FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1917 — THÈSE — N°

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

PAR

Jean PIERQUIN

Né à Charleville le 28 décembre 1887
Ancien externe des Hôpitaux de Paris
Licencié ès Sciences

LE GUIDAGE
POUR
L'EXTRACTION DES PROJECTILES

Contribution à l'étude de quelques instruments utilisés pendant la guerre de 1914-1916

Président : M. LEJARS, *professeur*

PARIS
IMPRIMERIE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE
JOUVE & Cie, ÉDITEURS
15, Rue Racine (VIe)

1917

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

LE DOYEN, M. LANDOUZY

ASSESSEUR : G. POUCHET

PROFESSEURS

	MM.
Anatomie	NICOLAS
Physiologie	Ch. RICHET
Physique médicale	WEISS
Chimie organique et Chimie générale	DESGREZ
Parasitologie et Histoire naturelle médicale	BLANCHARD
Pathologie et Thérapeutique générales	ACHARD
Pathologie médicale	WIDAL TEISSIER
Pathologie chirurgicale	LEJARS
Anatomie pathologique	Pierre MARIE
Histologie	PRENANT
Opérations et appareils	Auguste BROCA
Pharmacologie et matière médicale	POUCHET
Thérapeutique	N.
Hygiène	CHANTEMESSE
Médecine légale	N.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	LETULLE
Pathologie expérimentale et comparée	ROGER
Clinique médicale	DEBOVE LANDOUZY GILBERT CHAUFFARD
Maladies des enfants	HUTINEL
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	Gilbert BALLET
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	GAUCHER
Clinique des maladies du système nerveux	DEJERINE
Clinique chirurgicale	DELBET QUENU N. HARTMANN
Clinique ophtalmologique	De LAPERSONNE
Clinique des maladies des voies urinaires	LEGUEU
Clinique d'accouchements	BAR COUVELAIRE RIBEMONT-DESSAIGNES
Clinique gynécologique	POZZI
Clinique chirurgicale infantile	KIRMISSON
Clinique thérapeutique	Albert ROBIN
Hygiène clinique de la première enfance	MARFAN

AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM.

ALGLAVE	GUILLAIN	LOEPER	ROUSSY
BERNARD	JEANNIN	MAILLARD	ROUVIERE
BRANCA	JOUSSET (A.)	MOCQUOT	SAUVAGE
BRUMPT	LABBÉ (H.)	MULON	SCHWARTZ (A.)
CAMUS	LAIGNEL-LAVASTINE	NICLOUX	SICARD
CASTAIGNE	LANGLOIS	NOBECOURT	TANON
CHAMPY	LECENE	OKINCZYC	TERRIEN
CHEVASSU	LEMIERRE	OMBREDANNE	TIFFENEAU
DESMAREST	LENORMANT	RATHERY	VILLARET
GOUGEROT	LEQUEUX	RETTERER	ZIMMERN
GREGOIRE	LEREBOULLET	RIBIERRE	
GUENIOT	LERI	RICHAUD	

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'École a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MES PARENTS

A MES AMIS

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE PROFESSEUR LEJARS

Hommage de profonde reconnaissance

A MES MAITRES DE RADIOLOGIE

A Monsieur le Dr GARNIER DE FELLETAN, ancien chef de service de radiologie de l'hôpital de la Pitié (1908-1910)

A Monsieur le Professeur agrégé BÉCLÈRE, dont la hauteur et la clarté d'enseignement joint au grand accueil a décidé de notre orientation médicale et dont les conseils nous ont porté à entreprendre notre travail de thèse.

MM. les Drs HARET, JAUGEAS, H. BÉCLÈRE, assistants de radiologie et chef de laboratoire à l'hôpital Saint-Antoine (1910-1911).

Hommage de très grande reconnaissance

A MES MAITRES DANS LES HOPITAUX

M. LE DOCTEUR MICHAUX, chirurgien de l'hôpital Beaujon.
M. LE PROFESSEUR AGRÉGÉ THIROLOIX, médecin de l'hôpital de la Pitié.
M. LE PROFESSEUR AGRÉGÉ RENON, médecin de l'hôpital de la Pitié.
1908-1909

Externat :

M. LE PROFESSEUR AGRÉGÉ WALTHER, chirurgien de l'hôpital de la Pitié
M. LE DOCTEUR BAUMGARTNER, assistant, chirurgien des Hôpitaux.
1909-1910

M. LE PROFESSEUR AGRÉGÉ BÉCLÈRE, médecin de l'hôpital Saint-Antoine.
M. LE DOCTEUR RIST, assistant, médecin des Hôpitaux.
M. LE DOCTEUR DECLOUX, assistant, médecin des Hôpitaux (*in memoriam*).
1910-1911

M. LE PROFESSEUR AGRÉGÉ THIROLOIX, médecin de l'hôpital de la Pitié.
1911-1912

M. LE PROFESSEUR GILBERT, professeur de clinique médicale de l'Hôtel-Dieu.

M. LE Dr VILLARET
M. LE Dr JOMIER
M. LE Dr HERSCHER
Chefs de clinique

1912-1913

M. LE PROFESSEUR AGRÉGÉ JANSELME, médecin de l'hôpital Broca.

M. LE PROFESSEUR AGRÉGÉ POTOCKI, accoucheur de la Maternité de la Pitié.

M. LE PROFESSEUR AGRÉGÉ SAUVAGE, assistant.

1913-1914

LE GUIDAGE

POUR

L'EXTRACTION DES PROJECTILES

Contribution à l'étude de quelques instruments utilisés pendant la guerre 1914-1916

INTRODUCTION

De nombreux travaux et perfectionnements d'ordre radiologique et chirurgical ont été faits à l'occasion de la guerre; un intérêt tout particulier s'est attaché aux procédés de recherche des projectiles inclus dans un organisme, à leur localisation, à leur extraction, aux difficultés techniques rencontrées, aux résultats obtenus. La radiologie et la chirurgie, depuis déjà longtemps collaboratrices, ont gagné à se mieux connaître encore mutuellement ; un rapprochement plus intime s'est fait au point que, dans certaines circonstances, la fusion presque réalisée entre les deux constitue une véritable symbiose.

Ce que demande le chirurgien plus que jamais est la recherche des projectiles, les meilleures indications possibles sur leurs localisations afin d'éviter les fausses routes, les pertes de temps, les grands délabrements opératoires, les échecs même possibles,

toutes choses préjudiciables au blessé. En compensation il est arrivé souvent à la radiologie d'éclairer le chirurgien de sa propre initiative, de le pousser par fois à intervenir, de le renseigner à l'avance sur des phénomènes insoupçonnés : c'est le *Per omnia lux* auquel on demande toujours le secours de sa perspicacité et qui, en curieux, va dans certains cas, au-devant de ces demandes.

Une des circonstances où la symbiose apparaît avec le plus de netteté est lorsque le chirurgien intervenant pour extraire un projectile demande non seulement un renseignement précis, mais trouve à sa disposition un moyen de le guider vers le but et de l'amener jusqu'à la découverte de l'objet qu'il veut enlever.

Les rayons X suppléant à la clinique parfois impuissante ont renseigné sur l'existence d'un métal plus ou moins profondément situé, en ont déterminé, dans les cas favorables, la localisation anatomique en y surajoutant des chiffres, traduction de distances géométriques par rapport à des points de repère cutanés ou squelettiques ; ils ne se contentent pas toujours de cela : ils vont mettre dans la main de l'opérateur un véritable fil d'Ariane en permettant de régler un instrument porteur d'un stylet et ce stylet cheminera dans la plaie opératoire implacablement dirigé vers le métal qu'il viendra finalement toucher.

D'autres fois la route sera jalonnée moins brutalement : c'est qu'au cours même de la recherche de l'éclat métallique ou de la balle, l'image des progrès

réalisés, saisie sur le vif, rassure l'opérateur sur la bonne direction de son avance, l'arrête à temps s'il dévie, le remet aussitôt sur la bonne voie pour l'amener finalement sur le but convoité.

Le premier cas constitue le guidage mécanique proprement dit, le second, contrôlé par l'écran, est un guidage par image visuelle.

Mais ce ne sont pas là les seuls moyens dont on dispose pour diminuer les aléas possibles d'une extraction et même pour tenter la recherche d'un projectile, car à côté des méthodes radiologiques pures prennent place d'autres procédés : les propriétés conductrices de ce projectile, ou son ferromagnétisme sont utilisés par certains appareils pour le mettre en évidence et le découvrir, le plus souvent par un courant électrique actionnant un signal acoustique ou encore en le faisant trémuler sur place et l'extrayant même à l'occasion.

Il nous a donc paru intéressant de grouper en cette étude, non pas tous les instruments, car ils sont légion et chaque jour en voit paraître de nouveaux, mais au moins quelques types, en signalant outre leurs caractéristiques, les avantages particuliers qu'ils paraissent présenter, les résultats qu'ils permettent d'obtenir, quelquefois aussi l'intérêt qu'il y a à les utiliser concurremment.

Enfin nous terminons par deux appendices, l'un relatif à deux procédés de répérage pratiques dans leur application simple et facile à certains compas, l'autre condensant quelques constatations optiques

dont la recherche nous a été suggérée par les divergences d'avis et les dispositifs opposés d'éclairage chromatique réalisés sur différents types de fluoroscopes.

LE GUIDAGE MÉCANIQUE

Ce mode de guidage consiste à se servir d'un instrument généralement connu sous le nom de compas et qui, une fois réglé par méthode radiographique ou radioscopique, dirige les recherches opératoires grâce à un index métallique mobile. Cet index vise la direction vers laquelle il faut aller, sa course dans la profondeur est limitée de telle sorte qu'il s'arrête au moment où son extrémité arrive au contact du projectile pour lequel on l'utilise. Parmi les nombreux types existants, nous en étudierons quelques-uns de création relativement récente, mais en nous attachant d'abord à un aîné : le compas de Hirtz employé déjà avant la guerre.

LE COMPAS DE HIRTZ

La très bonne description donnée par l'auteur peut se résumer ainsi : Trois branches métalliques pivotant autour d'un centre O peuvent être bloquées dans des situations angulaires variables par un écrou à oreilles situé sous l'axe. Sur chacune de ces branches, immobilisables par vis de pression, coulisse à frottement

doux une pièce métallique munie d'une tige perpendiculaire au plan des branches et qui elle aussi s'immobilise à volonté par une vis ; chaque tige présente un méplat gradué millimétriquement sur toute la longueur.

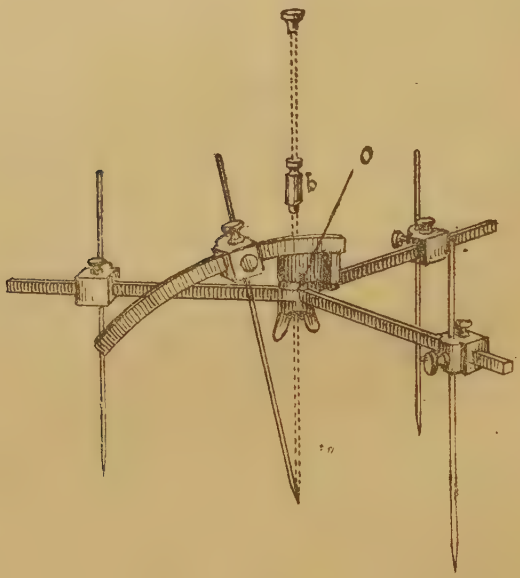


Fig. 1
Compas de Hirtz

L'axe O perforé, ainsi que l'écrou à oreilles, laisse passer à frottement une sonde munie d'une butée fixe *b* limitant la descente de cette sonde ; celle-ci étant à fond de course et les trois tiges au zéro, un plan passant par trois points contient également la quatrième.

Primitivement le compas était tel ; mais, depuis, une heureuse modification y a été apportée par

l'adjonction d'un arc de cercle portant également un bloc coulissant à course réglable ; on peut ainsi à volonté laisser la sonde à son emplacement primitif ou bien l'adapter dans le bloc de l'arc métallique.

L'instrument une fois réglé (par la méthode radiographique qui lui est spéciale et que nous ne décrirons pas, bien connue qu'elle est), une fois stérilisé par flambage, est appliqué sur la région opératoire où se trouvent marqués trois points de repères cutanés fixés de façon durable au moment de la prise du cliché à double image qui a servi à faire la localisation ; on amène les pointes des tiges au contact des points qui leur correspondent ; la sonde laissée en place, ou disposée sur l'arc, orientée au gré du chirurgien, le mène, en direction et profondeur, sur le corps étranger qui apparaît contre la pointe de la sonde lorsqu'elle butte à fond de course.

Ce compas, extrêmement précis dans ses indications, permet, comme on le voit, d'aborder facilement un projectile directement ou indirectement : directement par le point situé exactement au-dessus de lui, indirectement (grâce à l'arc) par un point latéral quelconque situé à l'intérieur ou à la périphérie d'un cône dont le projectile occupe le sommet.

De plus, sans compter une vérification de justesse de localisation par une deuxième radiographie, il permet de s'assurer de l'exactitude du réglage et du repérage : les trois pointes du trépied doivent coïncider exactement avec les repères cutanés (Hirtz).

Les résultats signalés sont d'ailleurs là pour montrer la valeur du compas ; entre les mains de son auteur, les succès atteignent 97 à 98 o/o (sur 7.000 extractions, 1915) ; 90 localisations, 88 succès (Ménard, fév. 1915) ; 32 localisations, 32 succès (Desplas et Chevalier, nov. 1915), ces derniers ajoutent même : « grâce au compas l'extraction devient un exercice de médecine opératoire avec des repères mathématiques inflexibles qui échappent aux anomalies anatomiques trop fréquentes ». Auvray (1915) vante les avantages du compas de Hirtz (à noter que cet auteur se sert d'un arc plus long).

Le support guide de Hirtz. — L'auteur a décrit, en juillet 1916, un accessoire de grande utilité pour l'extraction des projectiles intracérébraux ; il consiste en une petite tablette mobile, orientable ; le simple examen de la figure suffit à faire comprendre

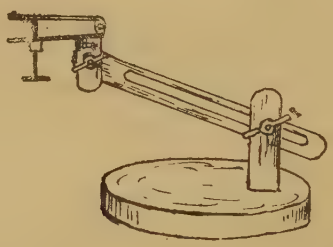


Fig. 2
Support-guide de Hirtz

le mécanisme de ce guide, il permet grâce aux indications objectives de la sonde du compas de disposer dans le plan du projectile la surface mobile du guide. La tête du blessé étant mise en bonne position et

calée, le guide approché d'une zône de trépanation réalisée auparavant, l'orientation exacte déterminée par l'application du compas, il suffit de faire glisser une pince sur le plan de la tablette, pour, sans sortir du plan défini, aller chercher sous contrôle d'écran le métal à enlever.

LE REPÉREUR MARION-DANION

L'appareil imaginé par les Drs Marion et Danion comprend, en réalité, deux parties bien distinctes : un repéreur à proprement parler, et un compas qui s'adapte sur le bâti du repéreur et se règle d'après la localisation presque matérialisée, pourrait-on dire, par la technique employée (La localisation, réalisée grâce à une radiographie double, se fait au moyen d'une croisée de fils indiquant dans l'espace la situation du projectile par rapport au plan du cliché). Le compas proprement dit est fait d'un support courbe demi rond aux extrémités duquel se détachent deux règles carrées dirigées à l'intérieur du compas (ces réglettes sont graduées). Un curseur immobilisable à volonté glisse sur chacune de ces réglettes, chaque curseur supporte une tige verticale mobile que l'on peut fixer à la longueur voulue (elles constituent des tiges repères). En un point de la périphérie de l'arc se détache une tige horizontale mobile qui maintient, par l'intermédiaire d'une rotule, une tige pointue glissant dans un tube, la

descente de cette tige est d'ailleurs limitable par une butée mobile ; c'est cette dernière tige qui sert de guide dans la recherche du projectile ; son mode de

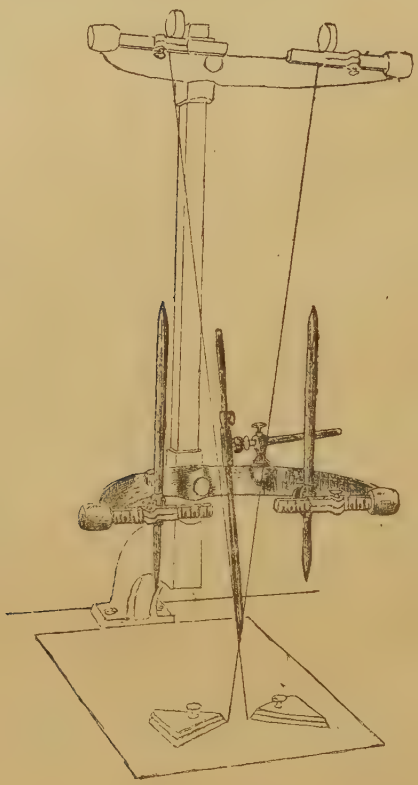


Fig. 3
Répéreur Marion-Danion (d'après Marion)

fixation, comme on le voit, permet une très grande facilité d'orientation. Les deux tiges-repère sont réglées, de leur côté, pour venir reposer sur deux points de repère cutanés déterminés et marqués au moment de la prise du cliché radiographique.

Dans certains cas, il y a intérêt à adjoindre au compas une troisième tige-repère mobile qui donne plus de stabilité à l'instrument et plus de précision au guidage, ce qui est surtout intéressant pour l'extraction des projectiles intracérébraux.

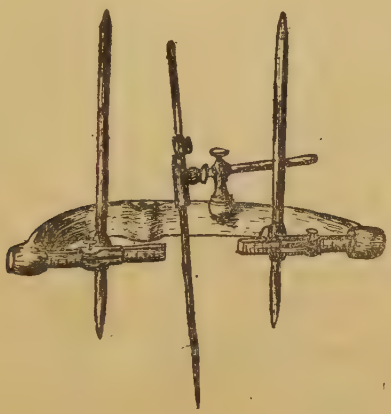


Fig. 4
Compas de Marion isolé

La réputation du compas de Marion-Danion n'est plus à faire. L'instrument a donné toute satisfaction, dans de nombreuses formations, à ceux qui l'emploient. Les statistiques des succès sont très bonnes: déjà, dès le début de la guerre, l'auteur signalait 53 succès d'emblée sur 58 projectiles repérés : et, dans le nombre des extractions négatives, faut-il encore tenir compte de trois projectiles dont la recherche a été abandonnée pour difficultés opératoires pures ou causes anatomiques.

Ajoutons, pour terminer, que l'appareil se prête fort bien au contrôle d'exactitude du repérage : ce

dernier se faisant par matérialisation dans l'espace des deux rayons obliques provoquant l'image double sur le cliché, il faut pour qu'il n'y ait pas erreur, que les deux fils représentant ces rayons non seulement se croisent, mais aussi se touchent (Delbet).

LE COMPAS DE SAISSI

L'appareil construit en cuivre comprend un bâti en équerre de tubes à section carrée; les deux bran-

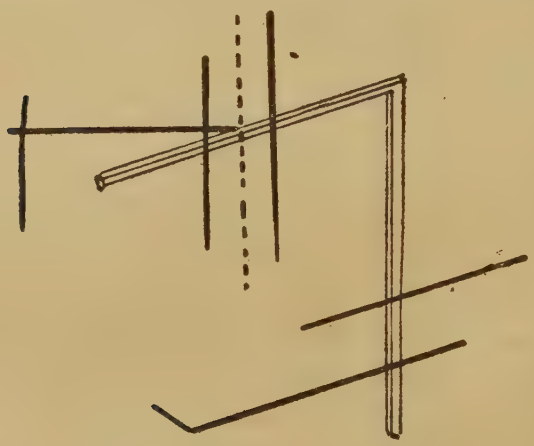


Fig. 5
Schéma du compas de Saissi

ches de l'équerre peuvent s'allonger par coulissement; chaque branche de l'équerre supporte deux tiges qui lui sont perpendiculaires et qui peuvent glisser le long de la branche et s'allonger plus ou moins dans le plan de l'équerre; ces deux mouvements peuvent s'immobiliser par des vis. Ajoutons

enfin qu'une des tiges, l'inférieure horizontale, est coudée en bec ascendant.

Sur la branche supérieure horizontale de l'équerre est disposé un index repéreur qui peut glisser le long de la branche, descendre plus ou moins loin en dessous d'elle d'une longueur variable limitable par bague à vis fixée sur lui ; cet index ne se mobilise, lui aussi, que dans le plan de l'équerre qu'il ne peut quitter.

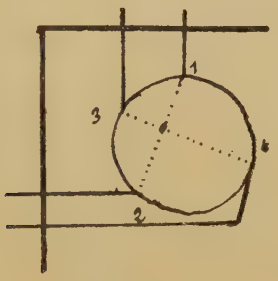


Fig. 6

Enfin une béquille mobile est fixée sur une prolonge placée au milieu et perpendiculairement à la branche supérieure du compas.

Le réglage du compas en fait comprendre aisément le fonctionnement : deux axes passant par le projectile à extraire marquent leurs traces sur la peau aux points 1, 2, 3, 4 (détermination par voie radioscopique). On encadre le membre dans l'équerre et, par coulissage et glissement des tiges mobiles, on amène chaque extrémité de ces tiges en coïncidence avec un des quatre points, on immobilise alors les tiges, puis on descend la béquille (non

figurée sur le schéma), jusqu'à ce qu'elle vienne en contact avec les téguments et ce point d'affleurement est marqué. On retire alors le compas et en tendant deux fils entre les pointes des tiges (manœuvre facilitée par la présence de petits crochets disposés sur ces pointes), on obtient au point de croisement de ces fils la situation du projectile par rapport au compas. Il suffit alors de disposer l'index pour que sa pointe vienne coïncider avec le croisement de fils et bloquer la butée qu'il porte. Le compas est réglé, car, en le replaçant sur le blessé dans la position d'où on l'a retiré et en l'amenant en coïncidence avec les points de repère, l'index viendra à l'intérieur du membre tomber au point de croisement des lignes se coupant dans le projectile.

Si ce compas semble un peu difficile d'application il compense cet inconvénient par une fixité très commode, grâce à l'emploi de la béquille qui, prenant point d'appui à distance, l'empêche de basculer facilement.

LE COMPAS MASSIOT

Ce compas n'est pas un nouveau venu, son constructeur rappelle, à ce sujet, qu'il a été l'objet, dans son type primitif, d'une présentation au Congrès de l'A. F. A. S. faite par M. le Dr Guilleminot ; son état actuel est dû à des perfectionnements apportés au cours de la guerre ; nous ne décrivons ici que le type définitif.

Il se compose d'un arc métallique tubulaire à section triangulaire (d'où grande légèreté associée à la rigidité) ; aux extrémités sont disposés deux tubes coulisses fendus suivant une génératrice et filetés sur rampe conique ; un écrou molleté s'adaptant sur le pas de vis diminue, par son serrage, la lumière du tube (rôle d'arrêt de la tige-repère), l'axe du tube coïncide avec le diamètre du cercle. Dans chaque tube glisse une aiguille-repère rigide, à pointe mousse, les deux aiguilles A et B peuvent ainsi cheminer sur le même diamètre du cercle (schéma), chaque tige porte en plus une butée mobile sur elle et blocable par une petite vis.

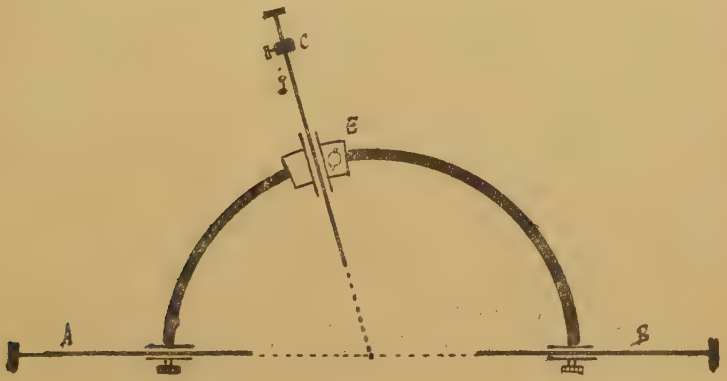


Fig. 7
Compas de Massiot (schématique)

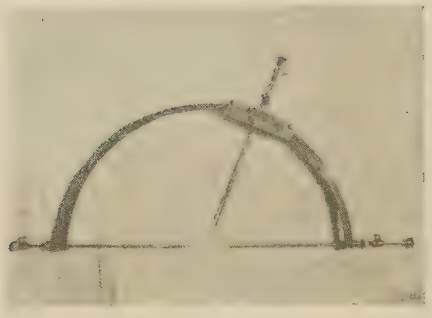
Sur la circonférence métallique peut glisser tout le long de celle-ci une pièce de métal plate E blocable elle aussi par un écrou à oreille l'immobilisant à un endroit voulu ; cette pièce métallique porte un tube identique aux deux coulisses déjà vues et son axe

vient passer par le centre du cercle, un index mobile I, identique aux aiguilles repère, muni d'une butée réglable C coulisse dans le tube : son extrémité tombera donc toujours au centre du cercle sans le dépasser (à fond de course, la butée réglée une fois pour toute) et cela quelle que soit la position donnée à l'équipage mobile E le long de l'arc de cercle.

L'utilisation du compas revient alors à « matérialiser » en quelque sorte entre les deux pointes des tiges-repère une ligne correspondant,en grandeur, à une droite qui chez le blessé, passe par le projectile et se trouve marquée sur les téguments par ses points d'émergence. La position du projectile sur la droite étant connue par le repérage, il suffira de décaler simultanément à droite ou à gauche, et de quantités égales, les deux tiges-repères, pour amener le point de situation du projectile au centre du cercle ; le compas est réglé, il suffit enfin de bloquer les tiges horizontales pour les empêcher de glisser accidentellement au cours de l'application de l'instrument.

On voit immédiatement que l'index viendra toujours, poussé à fond de course, toucher le projectile et cela quelle que soit la position donnée à l'aiguille (1, 2, 3, 4) le long du cercle et quelle que soit aussi l'orientation du plan du compas d'autre part : le projectile est au centre d'une sphère, l'aiguille, qui en est un rayon, viendra fatalement à son contact ; la seule précaution à prendre est de bien faire coïncider les deux aiguilles-repère avec les points cutanés correspondant à chacune d'elles ; le coulissage de l'index

PLANCHE I



Compas de Massiot

Position de réglage

Réglage terminé

sur l'arc, l'inclinaison du compas se font au gré du chirurgien pour amener l'index au point d'attaque qu'il décide.

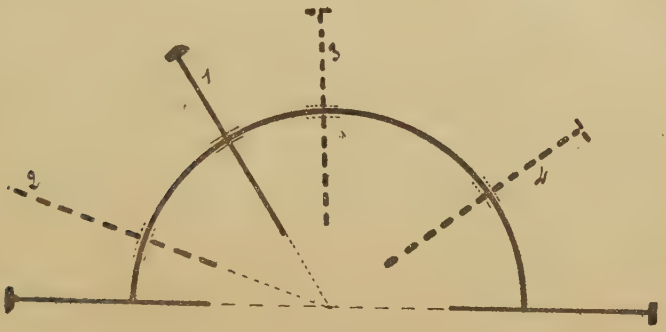


Fig. 8
Orientations de l'index

Cet instrument simple a des avantages appréciables : encombrement assez faible et poids réduit ; mais surtout il est précieux opératoirement, car il laisse particulièrement grande latitude pour la voie d'abord à choisir, s'adaptant facilement aux exigences anatomiques de cheminement en permettant des trajets parfois très éloignés de la plus courte distance géométrique. Mais nous lui reconnaîtrons aussi quelques inconvénients : l'assemblage de certaines pièces fait par soudure à l'étain ne permettant pas un flambage prolongé pour la stérilisation ; le prolongement extérieur des deux tiges-repère sur une même ligne : elles dépassent latéralement le champ opératoire assez loin parfois, buttent contre le plan de la table d'opération, exigent dans certaines conditions une orientation inhabituelle du blessé, enfin cer-

taines applications sont incommodes à la racine de la cuisse notamment.

Néanmoins ce compas est, en général, facile à employer, vite réglé, il a rendu de très bons services ; personnellement nous avons eu l'occasion de l'utiliser à de nombreuses reprises à l'entière satisfaction des chirurgiens pour qui nous l'avons réglé ; sur une centaine de guidages nous n'avons eu aucun échec, et, parmi les plus difficiles extractions, nous citerons les suivantes :

I. Schrapnell intra-tibial localisé dans l'extrémité inférieure de l'os en son centre, entrée de la balle par la face externe du membre, fracturant le péroné. Extraction par la face interne de l'épiphyse avec trépanation profonde de 2 centimètres.

II. Balle allemande de fusil entrée par le creux poplité, localisée sous le plateau tibial interne : extraction par trépanation de la face postéro interne de l'os.

III. Éclat d'obus de la grosseur d'un haricot incrusté dans la lame vertébrale gauche de la troisième dorsale, extraction sans tâtonnement. (Ces trois extractions faites par le Dr Lerat de Nantes.)

IV. Trois éclats de grenade de la grosseur d'une lentille entrés par la face supérieure de l'épaule droite, échelonnés de haut en bas entre l'omoplate et la cage thoracique, abordés par le creux axillaire, guidage direct sans fausse route. (Extraction par le Dr Piet, de Denain.)

V. Petit éclat (grain maïs) profondément situé dans la racine de la cuisse gauche (7 cm. de profondeur), extraction

remarquablement rapide, l'éélat est trouvé presque instantanément à l'extrémité de l'index.

VI. Petit éclat du coude droit (grain de millet) situé derrière la cupule radiale, extra-articulaire (chez un sujet infecté à gros œdème du coude); l'extraction, tentée d'abord sans guidage, échoue. On applique immédiatement le compas qui indique une bonne direction suivie ; mais avec profondeur insuffisante (il s'en faut de 3 millim.), on trouve aussitôt le métal.

VII. Balle de shrapnell située au-devant de la symphyse sacro-iliaque droite (1 cm. 5 en avant) (localisation géométrique d'une part, par méthode stéréoscopique d'autre part). Tentative d'extraction par voie sous-péritonéale latérale : l'index amène sur la balle, mais cette dernière, très adhérente, est laissée en place pour cause de difficulté anatomique avec hémorragie inquiétante.

VIII. Grain de blé métallique situé dans l'espace intercondylien du fémur gauche, au contact de l'os ; extraction immédiate au fond du creux poplité.

IX. Balle de mitrailleuse localisée dans le flanc gauche du corps de la D III (localisation par : 1° méthode radioscopique géométrique ; 2° déplacement d'images radiographiques et fils croisés ; 3° stéréo-radiographie). Voie d'abord : postéro-latérale gauche avec résection costale, la balle trouvée mi-incrustée dans l'os au bout de l'index (ces guidages faits avec le Dr Morisetti, de Paris).

Terminons enfin en disant que le procédé de repérage et réglage du compas indiqué par son constructeur, se faisant par méthode radiographique longue, peut être très avantageusement remplacé par

procédés radioscopiques, en particulier par la méthode de Debierne que nous avons employée en même temps qu'une autre simplifiée ; on trouvera une note à ce sujet à la fin de cette étude.

LE COMPAS DEBIERNE

Plus nouveau venu que le Massiot, il fonctionne d'après le même principe que ce dernier, mais aussi plus jeune, il offre quelques avantages sur lui.

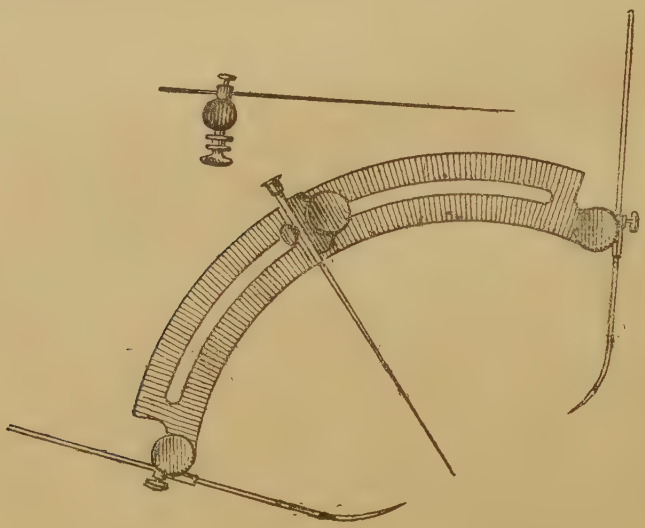


Fig. 9
Compas Debierne (d'après Debierne)

Il se compose d'un arc métallique plat, long d'un quart de circonférence environ, arc évidé en son milieu permettant à un équipage mobile de se déplacer par glissement sur toute sa longueur.

Aux extrémités de l'arc sont disposés deux tubes-

coulisses orientables dans le plan de l'arc et que l'on peut immobiliser par une vis : a l'intérieur de ces tubes glissent à frottement doux des tiges pointues et recourbées à leur extrémité ; la position de ces tiges se fixe également par des vis faisant partie du tube.

L'équipage mobile du secteur porteur d'un écrou d'arrêt est muni également d'un tube dont l'axe vise le centre de l'arc, et, dans ce tube, s'engage un index métallique gradué de 5 millimètres en 5 millimètres et de longueur telle que, poussé à fond de course, buttant contre le tube, sa pointe atteint le centre du cercle (une vis permet aussi d'arrêter l'index à la distance voulue).

Comme on le voit, l'instrument est très analogue au compas Massiot. Nous n'insisterons pas sur son mode de réglage qui se fait de façon tout à fait semblable (notons malgré tout que le Massiot est destiné en principe à se régler par voie radiographique, mais qu'il est plus commode à employer avec la méthode des axes croisés connue généralement sous le nom de méthode de Debierne et pour laquelle le compas que nous étudions ici a été spécialement créé).

La disposition de ce compas lui assure des avantages particuliers : les aiguilles-repère n'étant plus sur une même ligne, dans le prolongement l'une de l'autre, mais plongeant l'une vers l'autre, il en résulte moins d'encombrement latéral lors de l'application sur le blessé ; il l'emporte donc sur le Mas-

siot pour certaines régions opératoires: épaule, racine de la cuisse, tronc par exemple ; d'autre part, sa stabilité peut être plus grande, réduisant les risques d'échappées dans l'application sur les points de repère ; pour cela on dispose un deuxième équipage mobile se fixant également sur l'arc et muni d'une tige : cette dernière peut ainsi prendre contact en un point déterminé des téguments et fournir au compas une base d'application à trois points au lieu de deux.

LE COMPAS DE BELLOT ET FRAUDET

Ce type de compas procède, pourrait-on presque dire, à la fois du Massiot et du Saissi en ce qui concerne son anatomie et son mode de réglage.

Il se compose en quelque sorte de deux compas Massiot fixés l'un à l'autre par une articulation qui permet de les orienter de façon variable dans deux plans parallèles très voisins ; nous n'insisterons pas longuement sur sa description qui serait presque une répétition de ce que nous avons dit précédemment ; signalons seulement quelques particularités intéressantes : les tubes de guidage des tiges-repère ont une longueur assez considérable, le guidage des tiges qu'ils contiennent est donc très précis, chacun des arcs est sectionnable en son milieu (S) par emboîtement à frottement ce qui permet de séparer facilement chaque branche du compas en deux tronçons.

Les tubes contenant les tiges de guidage ne sont d'ailleurs pas fixés sur les extrémités des arcs ; mais, au contraire, glissent elles aussi dans un noyau à serrage terminant la branche de l'arc ; cette disposition est adoptée en vue du réglage du compas qui procède un peu à la façon de l'instrument de Saissi : le repé-

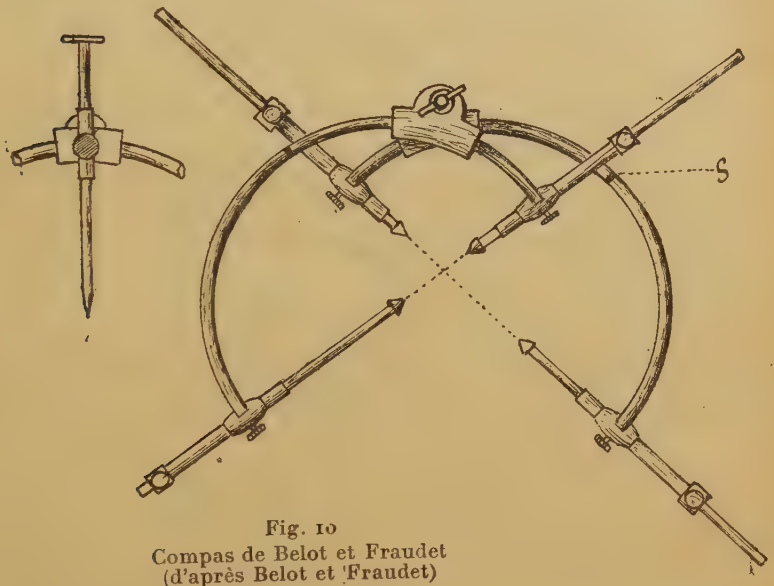


Fig. 10
Compas de Belot et Fraudet
(d'après Belot et Fraudet)

rage étant obtenu par la méthode des axes croisés (4 points de repère marqués sur la peau), on bloque dans les tubes les tiges retirées à fond, tout en laissant libre le jeu de ces mêmes tubes ; on approche alors le compas du plan de repérage et l'on fait coulisser les tubes pour amener les pointes au contact des points cutanés marqués (cette opération se fait en deux temps successifs pour chaque arc), les tubes sont bloqués ainsi que les arcs l'un par rapport à

l'autre et le compas démonté grâce aux emboîtements des arcs.

Le compas, retiré et remonté, situe alors le projectile en faisant glisser les tiges de façon à faire coïncider les quatre pointes; on peut alors séparer les deux arcs et utiliser l'un ou l'autre pour le guidage ; pour cela on adapte à l'arc choisi une tige indicatrice montée sur curseur mobile ; en faisant glisser l'ensemble des deux tubes, on amène le point de contact des tiges qu'ils contiennent au niveau de la pointe de l'index, on bloque les tubes, et le compas se trouve réglé ; on l'appliquera alors comme l'un des types précédents après avoir écarté à fond les tiges-repère.

A part le procédé de réglage un peu particulier à ce compas, il ne diffère pas, quant au principe et à l'application, des compas de Massiot ou Debierne.

LE COMPAS DE GRANDGÉRARD

Désigné par son auteur sous le nom de secteur-guide, il offre, ou semble offrir de grandes ressemblances avec les compas Massiot et Debierne. Comme eux, en effet, il se compose d'un arc métallique sur lequel glisse à volonté un curseur mobile porteur d'un index I dirigé vers le centre de l'arc et qu'il atteint à fond de course quelle que soit la situation du curseur sur l'arc.

Mais cependant l'analogie ne se poursuit pas plus loin, car, en effet, la base fixe d'appui du compas

sur la peau n'est plus une ligne passant par le projectile mais une zône triangulaire définie par trois points éloignés de la région opératoire ; sur ces points viennent s'appliquer les pointes de trois tiges T_1, T_2 et T_3. Ces trois tiges parallèles sont situées vers une même extrémité de l'arc et peuvent prendre des situations variables par coulissement dans des tubes munis de vis dont deux d'entre eux sont montés sur des bras articulés sur la base du troisième, à

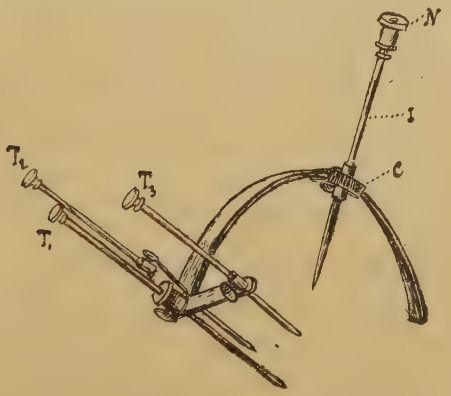


Fig. 11
Secteur-guide de Grandgérard

son attache sur l'extrémité de l'arc ; les trois tiges ne sont donc pas dans un même plan et l'arc ne pourra ainsi prendre qu'une seule situation précise une fois les tiges en contact avec les repères cutanés correspondants : malgré les apparences immédiates on aura donc une précision rigoureuse d'application.

Ce qui est spécial à ce secteur-guide c'est qu'il se prête particulièrement bien au réglage d'après une

localisation faite par la méthode des triangles semblables (méthode de Jaugeas, Haret, simple, ou avec le perfectionnement de Keating-Hart). Toutes ces méthodes donnent, on le sait, un point de repère cutané avec l'indication de profondeur du projectile situé sous la normale de ce point. Le secteur-guide va permettre de matérialiser fort bien cette indication : l'index est retiré d'une quantité égale à la profondeur du projectile, on en applique l'extrémité indicatrice sur le point de repère et l'on maintient cet index vertical (ce que facilite un niveau à bulle d'air Namoville fixé en haut de la tige) les trois tiges T_1, T_2 et T_3 sont alors enfoncées jusqu'à ce qu'elles viennent chacune au contact des téguments et leurs points de contact sont marqués ; toutes les articulations sont alors bloquées. Cette opération étant faite immédiatement après le repérage, alors que le blessé n'a pas changé de situation, il s'en suit que le compas appliqué ensuite en coïncidence sur les trois points de base mettra l'index en situation correcte : on peut même ensuite le déplacer sur l'arc, tournant autour du projectile, il viendra toujours l'atteindre à fond de course.

De fonctionnement aussi sûr que les compas décrits précédemment, ce qui fait l'intérêt tout particulier du secteur-guide est son adaptation facile, comme on vient de voir, aux méthodes de repérage par triangulation si expéditives mais parfois un peu trop sommaires, géométriques pures, de localisation.

REMARQUES

à propos de deux procédés de repérage simples
applicables aux compas de Massiot et de Debierne

Un premier procédé, connu généralement sous le nom de procédé de Debierne, consiste, nous le rappelons brièvement, à obtenir au moyen de deux radioscopies successives les traces marquées sur la peau de deux lignes se croisant au point de situation du projectile. Quatre points sont ainsi définis et les mesures de leurs distances respectives les unes par rapport aux autres (distances prises au compas d'épaisseur) permettent de construire, en grandeur vraie et inclinaison exacte, un diagramme de ces deux lignes.

Cette méthode simple et séduisante, rigoureuse, offre quelques avantages non négligeables :

1° Les points marqués définissent le plan dans lequel est situé le projectile ;

2° La méthode n'exige pas d'opérer avec un rayon rigoureusement normal ;

3° Les distances de l'anticatode au plan de la table et à l'écran ne sont pas nécessairement fixes, leur connaissance n'est d'ailleurs d'aucune utilité ;

4° Un contrôle d'exactitude de repérage est facile : 5 dimensions ayant servi à construire ce diagramme (par exemple : AP, AI, AE, PI et PE), la sixième ligne IE, déterminée graphiquement, doit avoir la même longueur que la ligne mesurée sur le blessé et qui lui correspond.

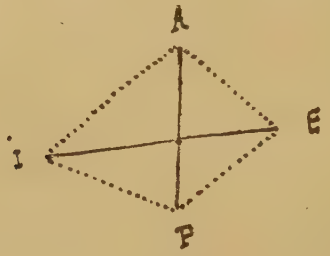


Fig. 12

Tout particulièrement adaptée au compas de Debierne, cette méthode peut s'appliquer tout aussi bien au compas de Massiot (voir photographies précédentes).

Une deuxième méthode, non encore décrite, croyons nous, aboutit elle aussi à un graphique plus simple d'ailleurs, également applicable aux deux compas que nous envisageons. En voici la technique :

Première radioscopie.— Le point d'entrée et celui de sortie d'un rayon passant par le projectile sont marqués sur la peau. On mesure la distance de ces deux points au compas d'épaisseur et sur chacun des points on applique un repère métallique (grain de plomb par exemple) que l'on colle sur la peau au moyen de papier gommé, leucoplaste, etc...

Deuxième radioscopie. — Le blessé est orienté dans une position oblique par rapport à la précédente et, l'écran étant fixe, l'ampoule est déplacée à trois reprises pour obtenir sur l'écran les traces

Fig. 13

du projectile et des deux repères cutanés déterminés en rayons parallèles, les distances de ces traces *a*, *p*, *b* sont notées ou marquées sur une bande de papier.

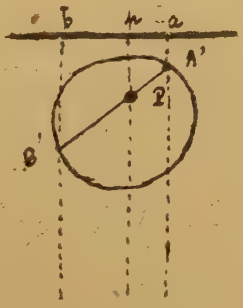


Fig. 14

Construction objective.— Sur une feuille de papier on porte la longueur AB connue ; de A, on tire une droite quelconque faisant un angle arbitraire avec AB (ligne A*x*) et, sur cette ligne, on reporte, à partir

de A, les longueurs *a p* et *a b* ; joignant alors *b* B, il suffit, par *p*, de mener une parallèle à *b* B (au moyen d'une équerre glissant le long d'une règle par exemple), cette parallèle vient couper AB en un point P' qui est précisément la situation du projectile P sur la droite AB.

En somme, le procédé revient à ramener en grandeur exacte sur une ligne où se trouve le projectile, des longueurs proportionnelles aux distances séparant ce projectile des extrémités de la droite.

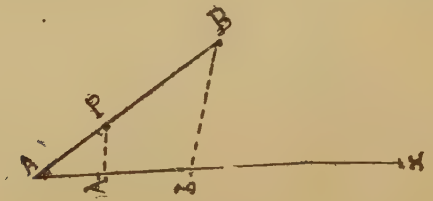


Fig. 15

Réglage des compas Massiot et Debierne. — Que l'on utilise l'une ou l'autre de ces deux méthodes de repérage, il suffit (les trois pointes et index étant réunies) de placer le compas sur la feuille diagramme, les trois pointes sur l'emplacement du projectile; l'une des lignes de l'épure servant de base est orientée pour coïncider avec le diamètre de l'arc du compas; l'index restant en place, on écarte les tiges-repère jusqu'à ce que leurs points affleurent les extrémités de la ligne base ; on bloque alors ces tiges et le compas est réglé.

LA MÉTHODE ACOUSTIQUE

LE GUIDAGE AU SON

Deux procédés permettent de localiser (avec plus ou moins d'exactitude) des corps étrangers métalliques situés dans l'organisme. En utilisant la propriété conductrice du métal on fermera un circuit électrique provoquant, par son passage dans un instrument approprié, un son trahissant le contact du métal à l'extrémité d'une sonde ou d'un stylet qui va à sa recherche : il n'y a qu'à cheminer le long du stylet pour découvrir le corps du délit. Deux instruments permettent facilement cette technique : le procédé Trouvé,la sonde téléphonique de Hedley.

Ce n'est pas la seule prise que l'on ait sur le métal : il est le plus souvent magnétique et de ce fait capable de modifier un champ magnétique normal voisin de lui : cette perturbation, par elle-même ou dans ses modifications,sera utilisée pour faire rendre un son dans un téléphone ; on applique alors la méthode de la balance électrique de Hughes réalisée pratiquement dans le doigtier autoscopique de La Baume Pluvinel ou l'on utilise l'instrument de Le Rolland et A. Carpentier.

LA MÉTHODE TROUVÉ

Ce procédé, connu encore sous le nom de méthode de la sonnerie électrique, consiste à former un circuit électrique par le projectile que l'on se propose de rechercher et d'extraire.

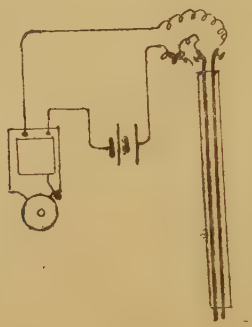


Fig. 16

Le type d'instrument primitif que l'on doit à Trouvé consiste en une sonde isolante mince contenant dans son épaisseur deux âmes conductrices distinctes, émergeant libres, sur une faible longueur, à une extrémité, et reliées à l'autre extrémité à des prises de courant séparées, un fil reliant ces deux bornes est interrompu par une pile et un signal sonore en série. (La pile étant formée de deux éléments hermétiques à renversement fonctionnant au bichromate).

En utilisant ainsi un semblable équipage (sonnerie, pile, sonde à double conducteur, v. schéma),

l'exploration d'un trajet, d'une fistule, le contrôle par contact d'un objet dur senti dans la profondeur aboutira au retentissement de la sonnerie si le corps étranger est métallique, d'une part, et si, d'autre part, son contact se fait simultanément contre les deux pointes conductrices de la sonde. L'auteur même du procédé avait déjà perfectionné la technique en substituant à la sonde une pince genre tire-balle à branches isolées l'une de l'autre : un fragment de métal saisi entre les mors de la pince avertit de la bonne prise par la sonnerie, il n'y a ainsi qu'à enlever le projectile que l'on vient de découvrir et saisir.

Cette méthode est séduisante au premier abord, mais elle comporte des aléas maintes fois signalés ; les renseignements positifs ne sont donnés, en effet, qu'à la condition d'obtenir un contact rigoureux entre le projectile et les deux pointes de la sonde ou les deux mors de la pince simultanément ; qu'une seule pointe touche à la fois, qu'une fibrille musculaire, une lamelle de gangue fibreuse,si mince soit-elle, fasse obstacle au contact, on passe à côté du projectile sans s'en douter, la sonnerie restant muette ; l'appareil ne vaut donc qu'en tant qu'il donne des indications positives (le même reproche peut d'ailleurs être adressé au téléphone de Hedley).

Depuis, des modifications ont été apportées à la sonde pour atténuer, autant que possible, l'inconvénient que nous venons de voir ; il en est deux intéressantes.

Dans un premier type (M. Gallot) l'extrémité exploratrice de la sonde, un peu renflée, porte un enroulement-spirale de deux fils parallèlement disposés, mais sans contacts l'un avec l'autre. Chacun de ces enroulements est en relation avec un des fils de la sonde, celle-ci porte ainsi à son extrémité une sorte d'antenne à éléments de contacts multiples, si bien que les chances de communication simultanée

Fig. 17
Dispositif Gallot

du projectile avec deux fils de polarité contraire se trouvent être augmentées dans des proportions considérables.

Plus ingénieuse est l'aiguille exploratrice de Guilloz : cet auteur a imaginé de rendre concentriques et mobiles, l'une par rapport à l'autre, les deux pointes exploratrices de la sonde. Elle se compose d'une aiguille creuse (genre Pravaz) dont la surface est isolée par un émail résistant et à l'intérieur de laquelle glisse un trocart pareillement isolé ; le métal est à nu aux extrémités seulement du trocart et de l'aiguille. Les prises de courant se font sur les talons des deux éléments. L'intérêt de ce perfectionnement consiste en ce que l'aiguille étant amenée au contact du projectile, il est facile d'y

amener également le trocart qui sera guidé par la lumière de l'aiguille ; de plus, les deux pointes étant mobiles l'une par rapport à l'autre, leur contact simultané peut mieux se réaliser sur le métal ; ce n'est d'ailleurs pas le seul avantage de l'instrument, car à l'aiguille peut s'adapter une seringue de Pravaz, si bien que l'on peut procéder à une injection de cocaïne tout le long du trajet suivi et réaliser sous anesthésie locale, la mise en place de l'aiguille qui guidera le chirurgien.

Ajoutons enfin que l'utilisation de cette aiguille peut rendre des services appréciables si on la met en place sous contrôle radioscopique, la réalité de son contact avec le projectile s'affirmant (outre l'image de l'écran) par la mise en marche de la sonnerie.

La méthode de la sonnerie électrique ne comporte pas, malgré tout, une sécurité absolue, comme nous l'avons vu, mais ses indications ne sont pas à négliger, même utilisée isolément ; combinée à la radioscopie elle nous paraît un bon procédé de guidage pour les projectiles un peu volumineux, pas très profondément situés et siégeant dans des régions anatomiquement peu dangereuses.

LA SONDE TÉLÉPHONIQUE DE HEDLEY

Le fonctionnement de cette sonde repose sur le principe suivant : lorsque dans un milieu électrolytique se trouve placé un fragment de métal, il

apparaît entre ce métal et le milieu une différence de potentiel électrique ; le téléphone de Hedley trahit la présence du métal, grâce à cette différence de potentiel en faisant passer le courant qui en résulte dans un récepteur.

Le dispositif le plus simple décrit par Hedley comprend :

Une large électrode (électrode indifférente) en plomb par exemple, appliquée sur une région quelconque des téguments, le bon contact de cette plaque étant assuré par l'intermédiaire d'une flanelle ou d'une couche d'ouate imbibée d'eau salée (ou même d'eau ordinaire) ; une prise de courant est disposée sur l'électrode.

Une sonde exploratrice (électrode sensible) faite d'une tige rigide isolée sur sa longueur, sauf à l'extrémité exploratrice, où la pointe est à nu ; le talon de la sonde porte également une prise de courant.

Les deux électrodes sont reliées par un fil conducteur sur le parcours duquel est intercalé, dans une coupure, un récepteur téléphonique.

La plaque métallique étant au contact de la peau, si l'on sonde une plaie, une brèche opératoire, il se produit au moment d'un contact de la pointe avec un corps métallique, un claquement sec dans le téléphone qui signifie : il y a un projectile à l'extrémité de la sonde.

Comme nous venons de le voir, on utilise un téléphone pour rendre perceptible le courant électrique puisé par la sonde, un galvanomètre en pour-

rait faire autant, mais il le faudrait très sensible, car l'élément de pile formé au niveau du projectile est faible et le courant risquerait de passer inaperçu ; enfin il est plus commode d'écouter au téléphone que de suivre le mouvement d'une aiguille indicatrice ; d'ailleurs un récepteur possède un grand avantage dû à sa sensibilité qui lui permet de révéler des courants de l'ordre de 1/100 de microampère (Petit et Bouthillon) et cela d'autant mieux que l'on utilisera un récepteur à bobinage plus long ce qui est le cas des téléphones à haute résistance (2.000 à 4.000 ω) employés en T. S. F.

Certaines modifications ont été apportées rendant plus commode l'usage de la sonde de Hedley.

Tout d'abord, malgré la sensibilité du récepteur, le bruit perçu au téléphone n'est pas toujours très fort : on l'augmente sensiblement en ajoutant, en série, une force électromotrice auxiliaire, la netteté du contact devient alors très précise et très nette.

(Le fonctionnement de l'appareil ne tient plus alors à la faible force électromotrice née au contact du projectile, mais à un changement brusque de la résistance du circuit général survenant au moment du contact ; forte alors que la pointe ne touche pas, elle tombe à une valeur plus faible aussitôt le contact réalisé, la surface de la sonde « s'épanouissant » en quelque sorte dans une proportion qui peut passer de 1 à 400 pour une balle de schrapnell ; il s'en suit une variation importante du courant débité par la pile et le téléphone parle bruyamment).

D'autre part, il a paru utile de rendre sonore tout le temps de contact de la sonde avec le projectile car, jusqu'ici, la fermeture et l'ouverture du circuit sont les seuls instants où le téléphone parle, il est muet dans l'intervalle. En coupant périodiquement

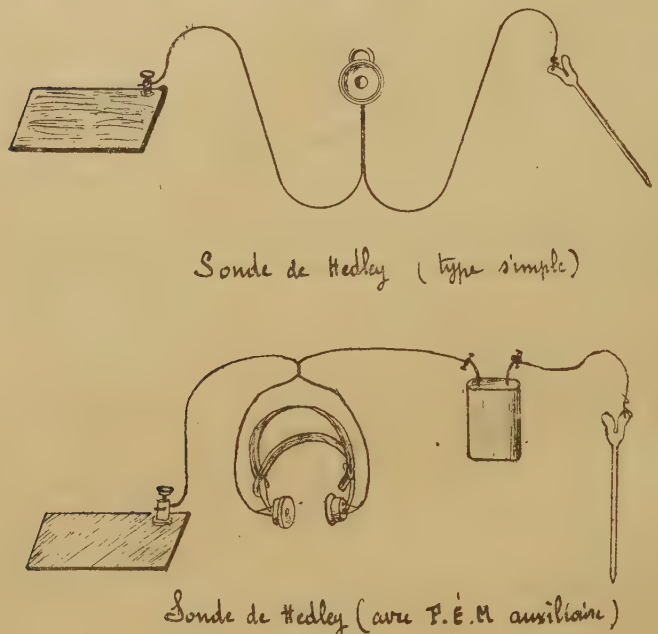


Fig. 18

le circuit le téléphone parlerait cette fois pendant toute la durée du contact et pour cela on peut imaginer différents dispositifs : usage d'un trembleur alimenté par un circuit autonome, interrupteur-dia-

pason à vibrations entretenues, par exemple. Une disposition plus simple s'utilise en pratique : en plus d'une force électromotrice auxiliaire on ajoute un détecteur électrolytique (dispositif Gaiffe) qui fait office de trembleur en provoquant du grésillement dans le téléphone.

Nous avons expérimenté ce type de montage avec un détecteur de sensibilité contrôlée et avons constaté que l'avantage que l'on en retire n'est pas considérable au point de l'utiliser systématiquement.

Enfin, deux récepteurs téléphoniques sont avantageux : on gagne en sensibilité sans compter qu'en les équipant sur casque serre-tête, l'écoute est plus commode, laissant les deux mains libres.

La sonde exploratrice a été, elle aussi, l'objet de certains perfectionnements : isolement peu épais, mais à forte résistance mécanique (vernis spéciaux ou émail) et résistant bien à la stérilisation ; adaptation de pinces à griffes happant à volonté le projectile aussitôt sa présence constatée (possibilité intéressante pour l'extraction des corps étrangers intracérébraux avec le minimum de dégâts opératoires).

Etude expérimentale d'une sonde téléphonique. — Pour les besoins d'un service de radiologie dont nous avions récemment la direction nous avons eu l'occasion d'utiliser un téléphone de Hedley monté avec des éléments trouvés sur place et dont voici les caractéristiques :

Électrode indifférente : lame de plomb de 15 × 15 centimètres.

Source électromotrice : batterie de lampe électrique de poche (3 éléments 4 volts 5).

Téléphone : récepteur type Ader de la Société industrielle des téléphones de 25 ω de résistance.

Sonde : faite d'un rayon de roue de motocyclette, pointue à une extrémité, avec une borne soudée à l'autre, isolée par un segment de drain de caoutchouc, mince, engainé à frottement sur toute la longueur et laissant dépasser la pointe sur 1 millimètre.

Avant d'utiliser l'appareil, nous avons procédé à quelques expériences simples pour en contrôler le degré de sensibilité pratique :

1° La lame de plomb est posée sur une bande d'ouate humide, et sur celle-ci sont disposés des objets métalliques de tailles variées (pièce de monnaie, jusqu'à paillette de la grosseur d'un grain de millet). Lorsque la sonde touche l'ouate, on entend un léger bruit à peine perceptible, qui est remplacé par un craquement bruyant, si l'on touche un fragment de métal quel qu'il soit ;

2° Quelle que soit la distance séparant le point d'ouate touché d'un morceau de métal, aucune variation du faible bruit ne se remarque ;

3° En intercalant dans le circuit l'organisme tout entier (une main appliquée sur l'ouate, un petit fragment de métal posé sur le dos de l'autre main même non humide), l'intensité du son au contact est

seulement un peu affaiblie, mais sa différenciation toujours aussi parfaite.

Par la suite, l'usage de cet appareil nous a donné toute satisfaction dans une série de cas où il a été appliqué et où il a parfois rendu de grands services au cours d'extractions de petits projectiles ou de situations profondes d'éclats métalliques.

Avantages et inconvénients. — Tout d'abord, sur le sondage ordinaire, la méthode de Hedley présente une incontestable supériorité : celle de renseigner sur la nature métallique du corps sur lequel vient buter le stylet explorateur, la différenciation qu'elle permet justifierait à elle seule la substitution à une sonde banale, d'une sonde isolée et reliée à un téléphone.

Vis-à-vis de la méthode Trouvé, l'appareil de Hedley marque également un progrès, car il n'est nécessaire que d'obtenir le contact par une pointe au lieu de deux, il y a donc moins de chances d'erreurs possibles, sans cependant qu'elles soient toutes éliminées, car il faut, malgré tout, qu'un contact métallique soit réalisé rigoureux et, tout comme le Trouvé, la sonde de Hedley obéit à une sorte de loi du « tout ou rien », qui enlève une partie de sa valeur en cas de renseignements négatifs.

Malgré tout le dispositif est utile soit seul, soit associé avec d'autres méthodes, en particulier avec le contrôle de l'écran ; il peut également être précieux comme moyen de contrôle : à la suite d'un repérage de projectile profond, l'opérateur tentant

de l'extraire croit sentir dans la plaie, au bout de son doigt, ledit projectile : la sonde peut lui dire de suite s'il s'agit bien de métal et l'engager à continuer un débridement ou élargir une ouverture en se guidant le long de la sonde pour aller avec certitude cueillir à son extrémité le corps du délit.

LA BALANCE ÉLECTROMAGNÉTIQUE DE HUGHES

Nous rappellerons rapidement ici le principe sur lequel est basé le fonctionnement de certains appareils à effet magnétique.

Deux bobines d'induction identiques étant montées, les primaires en série, les secondaires en opposition (S_1, S_2), si l'on fait passer dans les primaires un courant interrompu périodiquement en I, on ne constate aucun courant dans le circuit secondaire (un téléphone T placé en série permet de s'en assurer).

Si, au contraire, l'interrupteur fonctionnant, on approche peu à peu de l'une des bobines, et suivant son axe, un fragment d'un corps magnétique, il apparaît dans le téléphone un bruit d'autant plus intense que l'objet approché est plus gros et plus voisin de la bobine.

L'explication du phénomène est aisée : dans les conditions normales les deux secondaires se font rigoureusement équilibre, et les deux courants induits qui y naissent étant égaux et opposés, s'an-

nulent l'un l'autre. Si, au contraire, on approche d'une bobine un fragment ferromagnétique, il y a rupture d'équilibre due à la variation de coefficient de self de la bobine en question, les deux courants secondaires n'ont plus alors même valeur, leur différence passant dans le téléphone en fait vibrer la membrane.

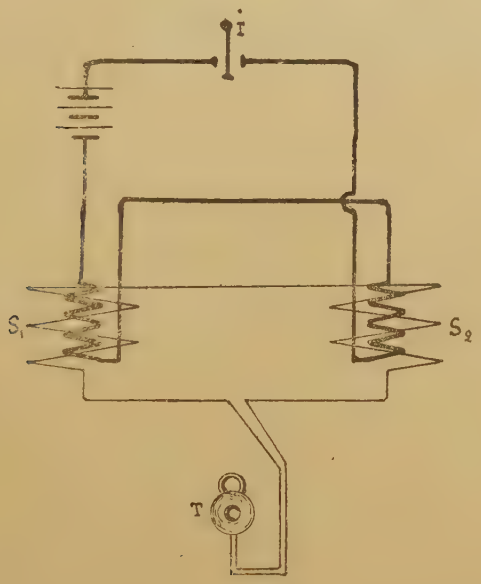


Fig. 19
Schéma de la balance de Hughes

APPLICATION DU PRINCIPE DE LA BALANCE DE HUGHES

Si l'une des bobines est mobile, on conçoit qu'on puisse l'employer à rechercher un fragment magné-

tique inclus dans l'organisme (1); il suffira de promener cette bobine, son axe orienté à travers les téguments, grâce au téléphone on « écoutera parler » en quelque sorte, à distance, le métal si il existe. Les renseignements que peut ainsi donner l'instrument peuvent être multiples : d'abord ils indiquent la présence d'un fragment magnétique, mais ils en permettent une localisation approximative, le maximum de son étant perçu pour la plus courte distance séparant le métal de la bobine, d'une part ; et, par sa situation sur l'axe de cette bobine, d'autre part. La distance peut se déterminer si l'on connaît la taille du projectile : elle sera la même que celle séparant un même fragment approché de l'autre bobine et ramenant le silence au téléphone (inversement, connaissant la distance du projectile, on en pourrait théoriquement déterminer la taille). Si l'on réduit les dimensions de la bobine exploratrice, on pourra ainsi faire ces déterminations dans le fond d'une plaie, au cours d'une intervention chirurgicale ; c'est là, on le voit, un moyen de guidage pour le chirurgien qui sera mené « au son » jusqu'à la découverte d'un projectile qu'il se propose d'enlever. Deux appareils ont été particulièrement employés à cet effet :

Le Doigtier autoscopique de A. de La Baume-Pluvinel. — Basé entièrement sur le principe de la

---

1. On s'est même proposé de découvrir, localiser des obus non éclatés, profondément enfouis dans le sol, en usant d'une balance de Hughes de très grande dimension.

balance de Hughes, il présente quelques particularités réalisées en vue de l'application pratique.

Une première bobine de self fixe, contenue dans une boîte, voisine avec la source électrique (piles sèches) et l'organe d'interruption (trembleur rapide silencieux de Gaiffe). L'autre bobine, exploratrice, est très réduite de dimensions, très plate, se présentant sous forme d'une pastille de taille suffisamment petite (15 × 3 millimètres) pour être logée dans un doigtier de caoutchouc stérilisable que l'on adapte à un doigt (le médius généralement). Mais l'appareil ainsi constitué n'est pas complet, car les difficultés de construction sont telles qu'il est impossible d'arriver à établir deux bobines rigoureusement identiques au point de vue de l'équilibre électro-magnétique, si bien qu'un dispositif accessoire est nécessaire : un « compensateur » complète l'ensemble et permet, par l'enroulement variable d'une certaine longueur de fils autour d'une poulie à volant, d'arriver à équilibrer complètement, avant usage, les deux courants secondaires, on obtient ainsi le silence complet préalable dans le téléphone (l'instrument comprend de fait deux récepteurs sur casque).

Lorsque l'on veut procéder à une exploration, il faut donc tout d'abord réaliser le silence complet dans le circuit d'écoute et procéder même à un essai à blanc de l'appareil avec un fragment de métal magnétique. Il est de plus nécessaire, pendant l'exploration elle-même, d'éloigner tous les objets métalliques de la région que l'on explore (ce fait néces-

site donc les ligatures des vaisseaux sectionnés, puisqu'aucune pince en particulier ne doit rester dans la plaie). Cette exploration faite en tournant le doigt muni du doigtier dans différentes directions, aboutit à un maximum de bruit téléphonique indiquant que la pastille exploratrice est près du projectile et lui fait face.

La sensibilité de l'appareil est grande, car, en moyenne, un fragment de fer ou d'acier du poids de 1 gramme, donne un son perceptible à l'oreille pour une distance de 15 à 20 millimètres. Entre les mains de certains chirurgiens (Tuffier en particulier), il a donné d'excellents résultats.

Doigtier explorateur de Le Rolland et A. Carpentier. — Analogue en apparence au précédent, il en diffère profondément, car son fonctionnement n'est pas basé sur le principe de la balance de Hughes.

La partie exploratrice est faite de deux bobines : une primaire à gros fil et noyau magnétique ; l'autre, secondaire, à fil fin ; elles sont disposées, l'une par rapport à l'autre, de telle façon que leurs axes se croisent rectangulairement (dans ces conditions l'effet inducteur est nul). La bobine primaire est parcourue par un courant interrompu par un trembleur à court circuit muni d'un condensateur en shunt sur le rupteur atonique. Un téléphone est branché sur le secondaire.

Dans des conditions normales (aucun corps magné-

tique voisin de l'explorateur) le téléphone est silencieux, mais si on approche de l'axe du secondaire un fragment de métal magnétique, le téléphone parle ; il se produit, en effet, une dissymétrie dans le champ magnétique du primaire qui ne traverse plus normalement, mais obliquement, la bobine secondaire comme si cette dernière avait changé d'orientation.

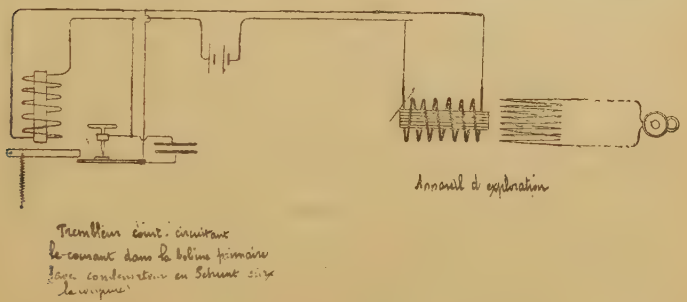


Fig. 20

Deux appareils d'exploration existent : l'un d'assez grandes dimensions, utilisé pour la recherche extérieure des projectiles (sensibilité : une balle allemande à 8 centimètres) ; l'autre, plus réduit, utilisable sous gant caoutchouté pour le guidage dans une plaie au cours d'intervention (sensibilté moitié moins grande).

Quoique fonctionnant d'après des principes différents, nous avons rapproché ces deux doigtiers l'un de l'autre, car ils présentent des caractères communs et aussi, disons-le, des inconvénients identiques.

Tous deux ont cet avantage, considérable, sur les procédés électriques précédents de donner des indications à distance : on entend le projectile avant

d'être à son contact et c'est là un fait précieux donnant beaucoup moins de chance de le manquer.

De plus, s'il existe plusieurs fragments métalliques et que tous ne soient pas extraits on en est averti par le contrôle permis par l'instrument aussitôt l'extraction terminée et supposée complète.

Mais, à côté de ces qualités, il y a aussi des défauts : seuls, ou à peu près, les métaux magnétiques sont décelables par induction à distance ; en principe donc, les appareils ne donneront de sécurité que vis-à-vis des fragments de fer, acier ou fonte et plus accessoirement le nickel ou les ferro-nickels. Cependant les indications ne sont pas complètement muettes pour tous les métaux et nous citerons (à volume et forme égale) le classement par sensibilité décroissante des métaux qu'indique le constructeur d'un de ces instruments :

Fer, fonte, acier, nickel, ferro-nickel, cuivre, aluminium, laiton, plomb, maillechort.

Mais c'est vis-à-vis des quatre premiers qu'une exploration se fait utilement en général.

LE GUIDAGE PAR SENSATION TACTILE

Ce mode de guidage utilise également les propriétés magnétiques de certains corps étrangers. La méthode consiste à mobiliser plus ou moins énergiquement le projectile grâce à un champ magnétique extérieur produit au moyen d'un électro-aimant puissant. La mobilisation du projectile peut produire deux effets : provoquer une sensation plus ou moins douloureuse ressentie par le blessé, une déformation tégumentaire, une poussée ou une sensation de trémulation que perçoit le chirurgien explorant la région soumise au champ magnétique. Deux méthodes donnent ces résultats.

La méthode de l'électro-aimant. — On utilise ici un gros électro-aimant allongé, puissant, analogue à ceux employés en ophtalmologie, par exemple, et monté de préférence sur un support articulé. L'électro-aimant est ici excité par du courant continu.

Au cours de l'application pratique deux phénomènes peuvent alors survenir comme nous l'avons vu : un élément subjectif, la douleur plus ou moins vive : un autre élément objectif: un soulèvement des

téguments palpable ou visible (ce dernier phénomène ne serait d'ailleurs perçu que pour une profondeur de l'éclat inférieure à 4-5 centimètres(Albert Weil). Ce soulèvement, visible parfois à jour frisant seulement, peut aller jusqu'à une élévation conique accentuée et revêt des formes différentes tenant à la profondeur du projectile, à sa forme, son volume, le genre de tissu où il est inclus (Léorat). En général, soulèvement en cône pour un corps sous-cutané, en mamelon s'il est intra-musculaire (Rollet).

Ajoutons que ces résultats ne sont pas les seuls qu'il soit possible d'obtenir, car l'électro-aimant peut servir simultanément au guidage et à l'extraction, méthode particulièrement intéressante lorsqu'il s'agit d'intervention pour extraire des projectiles intra-cérébraux suivant la technique de A. L. Rocher.

L'électro-vibreur de Bergonié. — Ici on utilise également un puissant électro-aimant, mais alimenté, cette fois, par un courant alternatif ; dans ces conditions un corps magnétique situé dans le rayon d'action de l'instrument entre en vibration sur place.

L'électro-aimant cylindrique, allongé, est maintenu en son milieu par un étrier attaché à un support tel que tous les déplacements et toutes les orientations peuvent être données à l'axe magnétique et, cela, sans efforts considérables, grâce à un contrepoids équilibrant les parties mobiles. Un coupe-circuit bipolaire à rupture brusque et un

amperemètre apériodique forment petit tableau sur le support mural de l'instrument.

La source électrique alternative provient d'un secteur ou d'une permutatrice fournissant du courant à 110 ou 220 volts efficaces avec un débit minimum de 30 ampères.

L'exploration du blessé se fait en approchant aussi près que possible, mais sans contact, le noyau de l'électro de la région que l'on désire explorer ; lorsque le courant passe et qu'il existe un projectile magnétique, la trémulation qu'il éprouve est perçue par la palpation légère ou profonde au niveau du pôle de la bobine ; c'est là une première indication de repérage que l'on peut obtenir plus ou moins précise, mais qui devient tout à fait précieuse pour guider le chirurgien au cours même de l'extraction : en explorant au doigt la plaie opératoire débarrassée de tout instrument magnétique (bistouri, pince, etc) il perçoit, lors de l'excitation de l'électro-aimant, une vibration émanée d'un endroit où est situé l'éclat qu'il recherche : la bonne direction est ainsi donnée autant de fois qu'il est utile.

Ajoutons qu'il n'est pas nécessaire d'user de courant alternatif pour exciter l'électro-vibreur, du courant continu interrompu peut convenir (Bergonié). Cette utilisation du courant continu interrompu au moyen d'un interrupteur de radiographie est d'ailleurs signalée comme très avantageuse, donnant plus de sensibilité au guidage et pouvant même mettre en évidence du plomb (Perreau).

L'électro-vibreur n'est pas d'ailleurs le seul type d'appareil de son genre, un autre modèle dû à Picquet et Egal vise le même but tout en étant plus léger et consommant moins de courant électrique.

La méthode vibrante, bien particulière, comme on le voit, est une méthode expéditive et très commode, renseignant sur la situation du projectile avant même qu'on ne soit à son contact immédiat, la sensibilité est d'ailleurs grande, mais elle est aussi fonction de la taille du métal étranger, de son incrustation plus ou moins lâche, surtout de sa profondeur qui limite le champ d'action de l'électro-aimant (sensibilité décroissant en fonction du carré de la distance). Si bien qu'il n'est pas possible d'atteindre tous les projectiles.

Mais il existe cependant un autre inconvénient très grand : seuls ou à peu près, les corps magnétiques (fer, acier, fonte, nickel) peuvent relever de ce genre de guidage ; à côté de ce fait il faut aussi signaler la nécessité d'écarter de la plaie, au moment de l'exploration, tous les instruments magnétiques, ce qui peut constituer parfois un ennui, à moins d'utiliser des objets de cuivre ou établis avec des aciers spéciaux à grande résistivité électrique et insensibles à l'électro-vibreur (Bergonié).

LE GUIDAGE PAR IMAGE VISUELLE

Ce mode de faire consiste à se guider sur les indications que donne l'examen radioscopique pratiqué pendant le cours même de l'intervention chirurgicale.

Il y a plusieurs façons de procéder : opérer entièrement sous le contrôle de la radioscopie pour aller directement happer le projectile ; c'est là une première méthode préconisée particulièrement par Vuillyamoz, de Lausanne ; ou bien on interrompt un instant l'opération et le chirurgien contrôle à l'écran l'avance qu'il réalise progressivement vers le but : on fait alterner les instants de lumière et d'obscurité dans la salle d'opération. Enfin, un procédé mixte consiste à confier au radiologiste la mission de contrôle : le chirurgien opère en pleine lumière, le radiographe regarde par intervalle où l'on en est. Cette dernière association nécessite l'usage d'un fluoroscope dont est coiffé l'observateur.

La première méthode, bien connue, ne peut s'appliquer que dans certains cas favorables ; elle est très expéditive, il est vrai, mais elle comporte aussi des dangers qui en limitent l'application systématique, car elle est anatomiquement aveugle, faisant

aller droit au but sans s'inquiéter des organes importants qui se trouvent sur la route (artères, nerfs, intestin, par exemple). Mais elle n'est pas à rejeter pour tous les cas : les régions finement vascularisées du poumon peuvent l'autoriser, le cerveau surtout lui est favorable car elle permet une extraction rapide avec le minimum de dégâts (rappelons la création du support-guide de Hirtz établi en vue de cette technique).

Nous n'insisterons pas sur les deux premières façons d'opérer qui n'offrent que peu de particularités propres, sauf différentes conceptions relatives à l'éclairage à adopter et que l'on retrouve d'ailleurs sous forme de verres colorés adaptés aux bonnettes fluoroscopiques et dont l'étude est renvoyée à la fin de ce travail.

Il y a quelques points communs à toutes les techniques proposées et nous allons les rappeler rapidement, très connues qu'elles sont :

Le repérage préalable plus ou moins rigoureusement précis du projectile à enlever, revérifié rapidement au moment de l'extraction pour déterminer le meilleur point d'attaque et la position favorable à donner au blessé sur la table d'opération (naturellement l'ampoule radiogène se trouve toujours sous la table et est mobile en tous sens, munie d'un diaphragme et centrée pour obtenir un pinceau de rayon normal).

L'orientation du malade est faite de telle sorte que le point d'attaque, situé au-dessus du projectile,

détermine une descente opératoire dans la profondeur autant que possible verticale et dirigée suivant le rayon normal passant par le corps étranger ; le cheminement se jalonne par la mobilisation possible du projectile à l'aide d'une sonde, d'une pince, du bistouri même ou s'estime par les déplacements de parallaxe des ombres projetées par le projectile et l'extrémité d'une sonde, obtenus par déplacement de l'ampoule.

Les variantes possibles, les tours de mains, dispositifs spéciaux ont été l'objet de travaux multiples : Civel 1904, David 1908 (thèse), Hamard 1910, Vuillyamoz 1911, Mauclaire 1913, Rechou 1915 et, plus récemment, Ombredanne, Ledoux-Lebard, Bouchacourt 1915, pour n'en citer que quelques-uns des principaux. Nous n'envisagerons pas tout ce qui a été fait sur ce sujet, mais nous nous bornerons à signaler quelques instruments pratiques, utilisés avec grands avantages.

LE MANUDIASCOPE DE BOUCHACOURT

L'auteur de ce fluoroscope rappelle que sa création remonte à l'année 1900 où il fut utilisé au cours de ses recherches sur l'endoradioscopie dentaire ; perfectionné par la suite, il en existe deux types actuels dont le dernier modèle a bénéficié de certains détails de construction.

L'un comme l'autre sont formés, d'après la des-

cription même de l'auteur, de deux parties distinctes :

Une partie oculaire, tronc de pyramide quadrangulaire de carton à ouverture supérieure épousant le profil de la face et du front, portant un bourrelet étanche à la lumière ; elle se fixe sur la tête par un ressort plat occipito-frontal et par une bride élastique transversale. L'extrémité inférieure de cet oculaire se termine par un court cylindre de carton sur lequel vient s'adapter à frottement la partie objective. Enfin à l'intérieur de l'oculaire est fixée une glace en verre plombeux.

Une partie objective, tronc pyramidale également en aluminium ; c'est cet objectif qui diffère suivant les modèles.

Le premier type à extrémité inférieure horizontale porte deux boutons à poussoir où peuvent s'accrocher deux chassis d'aluminium, l'un contenant l'écran, l'autre, un verre violet, la substitution de l'un par l'autre se faisant à la main. Lorsqu'enfin l'écran est adapté on peut emboîter la partie objective dans une gaine d'aluminium stérilisable donnant toute garantie d'aseptie si l'extrémité de l'instrument venait à toucher le champ opératoire.

Le deuxième type d'objectif, en aluminium également, a une face inférieure oblique, en biseau, permettant de regarder l'écran obliquement, ce qui constitue une commodité plus grande d'observation, la tête étant moins inclinée, et protège mieux de l'irradiation : lorsque le faisceau de rayons est étroit, il

PLANCHE II

Manudiascope. 1^er^ modèle

Manudiascope monté

Observateur
coiffé du manudiascope

L'instrument démonté
De gauche à droite : partie objective et oculaire
verre violet dans le cadre
gaine protectrice

PLANCHE III

Manudiascope. 2me modèle

Face et profil de l'instrument

Observateur coiffé du manudiascope

L'instrument démonté

passe en entier au-devant du front et du visage. Une heureuse modification rend plus rapide la substitution à l'écran du verre violet et inversement. Le verre violet est fixe et l'écran, mobile autour d'un axe transversal, peut s'éclipser ou se rabattre sur le

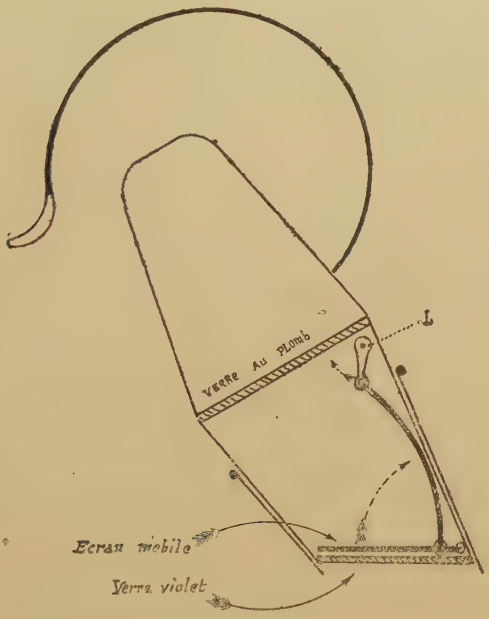


Fig. 21
Coupe schématique du manudiascope (2e type)
(d'après Bouchacourt)

verre teinté, grâce à une transmission articulée manœuvrable de l'extérieur par un levier L visible sur le côté droit de l'objectif.

Il existe également une gaine d'aluminium destinée à protéger le champ opératoire contre tout contact septique, mais cette gaine n'est plus fermée

en bas, elle déborde simplement de 1 centimètre environ l'extrémité inférieure de l'objectif, formant ainsi rebord protecteur.

D'autres perfectionnements de détail sont à remarquer également : l'écran est protégé par une feuille de celluloïd portant des graduations pouvant servir à donner des indications approximatives de profondeur, sa surface active, enfin beaucoup plus étendue que dans le premier type, où elle est vraiment trop réduite, mesure 6×9 centimètres ce qui, malgré tout, est encore minime et gêne parfois par son exiguïté sans compter aussi que certains écrans employés ont une luminosité assez faible.

Signalons ici une précaution à prendre lors de l'usage du manudiascope : ne le conserver que le temps nécessaire sur le visage car la capacité de la partie oculaire étant faible il se dépose facilement de la buée sur le verre (anti-X) des plus gênante au cours de l'observation.

Mais à côté de ces petits inconvénients le manudiascope est commode par son peu d'encombrement, marchant de pair avec un poids faible (350 gr.) aussi, manié, même longtemps, il n'est pas fatigant.

LA BONNETTE DE DESSANE

Très différente comme aspect de l'instrument précédent, cette bonnette comprend deux parties mobiles, l'une par rapport à l'autre, attachées qu'elles sont par une charnière transversale.

PLANCHE IV

Bonnette de Dessane

Fermée

Ouverte
(laissant voir le verre bleu
non rabattu)

Observateur coiffé de la bonnette de Dessane

La partie supérieure, courte, allongée transversalement, parallélipipédique, ouverte en haut, porte un épais bourrelet qui s'applique sur le visage, interceptant toute lumière extérieure. Son extrémité inférieure porte un cadre léger de bois formant siège à un verre bleu foncé s'éclipsant automatiquement une fois la bonnette fermée.

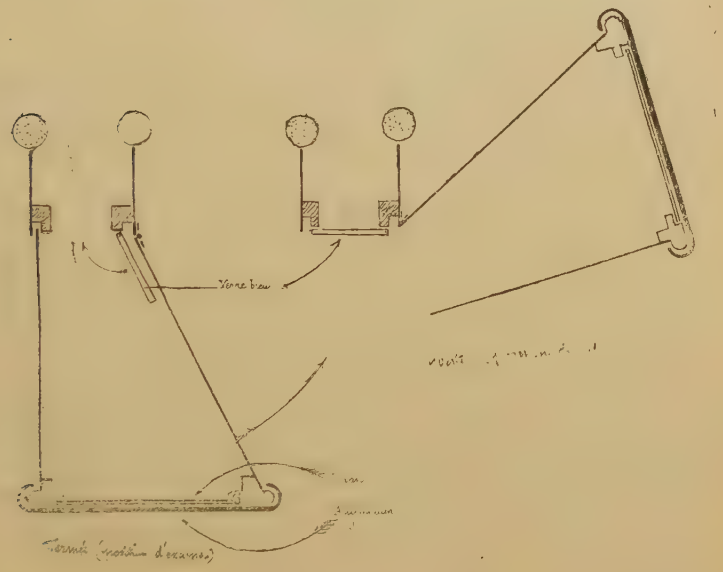


Fig. 22
Bonnette radioscopique de Dessane

La partie inférieure, haute, élargie en bas, porte un cadre en bois à feuillure dans lequel s'applique un écran maintenu en place par une feuille d'aluminium à glissère et stérilisable. L'écran de grandes dimensions pour une bonnette, (13 × 18 cm.) est recouvert d'une glace en verre au plomb, de même taille, collée sur lui par une bordure de papier ; la

protection contre le rayonnement est ainsi assurée de façon large et efficace.

Ces deux parties, oculaire et objective en quelque sorte, sont solidaires l'une de l'autre par une charnière qui permet à la portion inférieure de pivoter en avant et en haut, découvrant ainsi l'ouverture de l'oculaire. Deux dispositions très ingénieuses caractérisent en plus cette bonnette.

Tout d'abord la liaison de la partie fixe à la partie mobile est assurée par deux ressorts à boudin extérieurs, à traction oblique, maintenant automatiquement l'ouverture ou la fermeture complète de la lunette, sans aucun bouton de pression, ou crochet quelconque : d'une seule main on fait basculer à fond le boîte inférieure qui reste dans la position extrême où on la place.

De plus, le mouvement du verre bleu est synchrone de celui de la lunette ; il se fait automatiquement par le jeu très ingénieux d'un levier avec pignon denté et d'un léger ressort de traction ; le dispositif est tel que l'éclipse du verre bleu se fait très brusquement au moment de la fermeture presque complète de la lunette et sans qu'il rentre la moindre trace de lumière blanche à l'intérieur ; inversement sitôt l'ouverture ébauchée, le verre bleu vient s'appliquer sur l'oculaire et y reste fixé.

Le système d'attache est enfin réalisé par deux bandes élastiques plates fixées à la partie supérieure. Ces bandes, de longueur réglable par des coulisses, assurent un très bon maintien sur la tête, nécessaire

d'ailleurs, vu le poids élevé de la bonnette (850 gr. environ) et qui en constitue à peu près le seul inconvénient. Ce poids même n'est pas très gênant, car, en position d'ouverture, la portion lourde contenant l'écran fluorescent, rabattue au-dessus et un peu en arrière de la tête, donne un bon équilibre sans ballottement appréciable.

Signalons qu'à côté de cette bonnette simple, l'auteur en a créé une autre possédant deux ouvertures d'examen ; maintenue sur un support fixe, elle permet au chirurgien et au radiographe de regarder simultanément l'image produite sur l'écran au cours même d'un temps opératoire.

LA LUNETTE RADIOSCOPIQUE DU MÉDECIN-MAJOR JOULIA

Imaginée simultanément et en toute indépendance de la bonnette de Dessane, cette lunette, non encore décrite, et dont nous devons les caractéristiques à l'obligeance même de son auteur, semble présenter des airs de parenté avec la précédente.

Elle est essentiellement composée de deux parties reliées par des charnières avec un système d'accrochage par verrou à ressort.

La première partie, oculaire, munie d'un bourrelet étanche, s'applique sur le visage (front, apophyses malaires et nez) ; elle est fermée en avant par une glace en verre au plomb. Plus en avant, dans un petit vestibule, est disposé un verre bleu foncé,

mobile sur axe, s'éclipsant automatiquement à la fermeture de la lunette, et venant s'interposer devant les yeux lors de l'ouverture (un ressort plat R est chargé de cette fonction automatique).

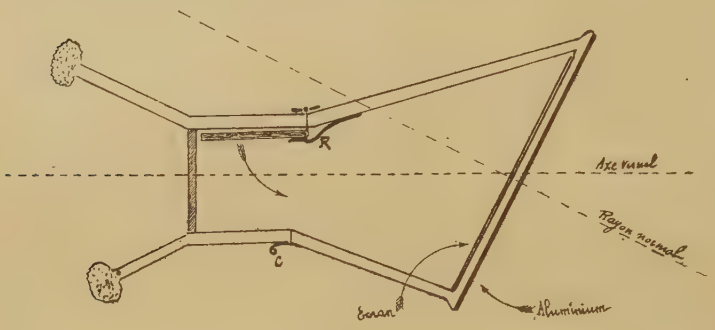


Fig. 23
Lunette radioscopique Joulia (position d'examen)

La deuxième partie, tronconique, à grande base inférieure oblique permettant au rayon normal de passer au-devant du front et de la face, contient, dans le fond, un écran au platino cyanure, 9 × 12, maintenu en place comme dans la bonnette de Dessane par une feuille d'aluminium mobile à glissière, facilement stérilisable par flambage.

Un crochet à ressort C fixé à la section objective permet de maintenir appliquées les deux parties l'une à l'autre.

Sans être aussi perfectionnée, dans les détails, que la bonnette de Dessane, il faut, par contre, reconnaître à cette lunette quelques avantages : la simplicité peut-être, mais particulièrement son équilibre excellent surtout en position d'ouverture dû

principalement à ce que l'écran n'est pas doublé du verre au plomb (celui-ci étant près de la face) ; le poids est moindre à l'extrémité de la lunette : il atteint en tout 400 grammes. Elle offre, d'autre part, moins de chance de dépôt de buée sur le verre que le manudiascope à cause de la capacité plus grande de l'oculaire.

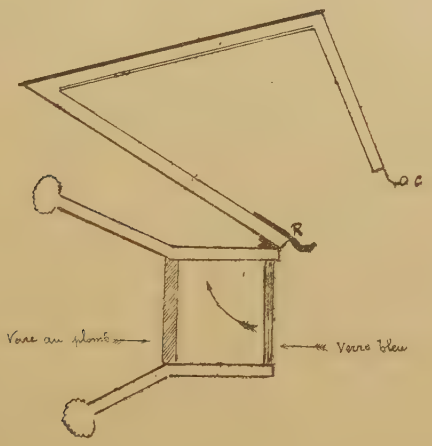


Fig. 24
Lunette radioscopique Joulia (position ouverte).

Nous arrêterons ici l'étude des dispositifs imaginés pour les extractions sous contrôle d'écran pour signaler quelques-uns des résultats obtenus : disons de suite qu'ils sont excellents quelle que soit d'ailleurs la manière de procéder. Cette méthode rallie de nombreux et chauds partisans qui ont à leur actif des statistiques impressionnantes :

Brindeau : 368 extractions ; Ombredanne : 309 suc-

cès sur 309 tentatives ; Brin : 1 échec sur 117 extractions ; Petit de la Viellon : 259 succès et cela pour ne citer que quelques résultats globaux, indépendamment de leurs difficultés individuelles.

En ce qui concerne notre pratique personnelle nous sommes venu peu à peu à cette méthode, utilisant tantôt le manudiascope, et surtout les alternances de lumière blanche et d'obscurité avec contrôle sur un grand écran 24 × 30 ; les résultats très encourageants nous ont incité à persévérer de plus en plus, et, jusqu'à ces derniers temps, nous en étions arrivé à employer presque exclusivement ce mode de guidage d'autant plus rapide et précis qu'une collaboration radio-chirurgicale s'était peu à peu établie très étroite entre le chirurgien (Dr Morisetti, de Paris) et nous-même. Il est à remarquer d'ailleurs que les résultats sont obtenus d'autant meilleurs que l'association du chirurgien et du radiologiste est réalisée plus intime par une habitude plus grande de l'un à l'autre ; à ce point de vue il y aurait presque intérêt à ce que chirurgiens et radiologistes aient une association indissoluble, marchant par équipes homogènes.

A PROPOS DE L'ADAPTATION

en lumière colorée

Que l'on procède à une extraction de projectile sous le contrôle direct de l'écran (avec alternance de lumière et d'obscurité) où grâce aux indications données par un observateur (radiographe coiffé d'un fluoroscope), il y a nécessité à ce qu'entre les intervalles d'émission de rayons X le ou les observateurs ne perdent pas le bénéfice de l'adaptation qu'ils possèdent pour bien observer l'image donnée par l'écran. Dans ce cas le mode d'éclairage à adopter jouera donc un grand rôle.

Aussi, pour arriver au résultat voulu (garder une bonne adaptation et même l'acquérir au besoin), différents procédés ont été proposés et utilisés; on ne pouvait songer à réduire beaucoup un éclairage en lumière blanche dans la plupart des cas, aussi on a tenté de tourner la difficulté en substituant à la lumière blanche un éclairage coloré, monochromatique même, du champ opératoire, soit encore, en substituant à l'écran un verre teinté pour que, dans les intervalles d'observation, le radiographe puisse

y voir tout en gardant une bonne adaptation vis-à-vis de l'écran.

Mais, ici, les avis se partagent lorsqu'il s'agit de se prononcer en faveur de telle ou telle couleur à adopter : les uns la veulent violette ou bleue, et c'est la majorité, certains ont employé la lumière verte réduite, d'autres, enfin, l'exigent rouge. Les partisans du violet ou du bleu foncé soutiennent qu'en tel éclairage l'adaptation est aussi bonne qu'en pleine obscurité. Le rouge (Bergonié en particulier) ne serait-il pas, au contraire, préférable si la lumière de l'écran est verte? Dans ce dernier cas on tenterait de réaliser un effet maximum de contraste (le rouge et le vert étant couleurs complémentaires).

Il nous a paru intéressant de faire quelques recherches à ce sujet et voici les résultats que nous avons pu obtenir avec les moyens mis à notre disposition :

La lumière de l'écran est-elle verte ou blanche? Une première analyse faite avec un spectroscope à réseau de Rowland la montre constituée par une étroite bande verte, sensiblement encadrée par les deux bandes vertes données par la flamme d'alcool boriqué ; par la suite nous avons réalisé des mesures plus précises avec un spectroscope à prisme muni d'un micromètre, et avons mesuré, par la même occasion, quelques verres ou écrans colorés employés sur différents types de fluoroscopes. Voici les résultats constatés :

Écran fluorescent au platinocyanure de Baryum (illumination brillante par proximité du focus et passage de 5 millis dans l'ampoule).

Bande lumineuse verte comprise entre les divisions 100 et 150 du micromètre.

Correspondance approchée en unités Angström : de 5.500 à 5.100 A.

(A noter que, suivant la provenance de l'écran, il peut y avoir de petites variations faibles dans la situation spectroscopique de la lumière émise.)

Gélatine teintée en violet (écran du manudiascope).

Tout le spectre passe. Une bande d'absorption s'étend de la division 52 à la division 140 du micromètre.

Correspondance approchée en unités Angström de cette bande : 6.200 à 5.100 unités A.

(La raie rouge du lithium est très visible à travers l'écran.)

Verre bleu cobalt (bleu électrique).

Tout le spectre passe, sauf deux bandes d'absorption situées :

Première bande : de 20 à 85 au micromètre (6.800 à 1.700 unités A).

Deuxième bande : de 100 à 160 au micromètre (5.500 à 4.800 unités A).

(La raie rouge du lithium n'est pas visible à travers le verre.)

Verre rouge rubis photographique.

Le rouge et l'orangé passent. Absorption de tout le reste du spectre.

Gélatine colorée à l'éosine (2 épaisseurs).

Tout le spectre passe sauf une bande s'étendant entre 80 et 215 au micromètre (5.700 à 4.500 unités A).

D'après ces constatations il résulte que les différents verres ou écrans sélecteurs adaptés aux quelques types de fluoroscopes étudiés ne répondent pas entièrement au but théorique proposé (excepté cependant le verre rouge rubis). Les sélecteurs bleus

ou violets laissent aussi filtrer du rouge, voire même du vert.

Pour étudier les vitesses et valeurs d'adaptation en lumières monochromatiques différentes il nous

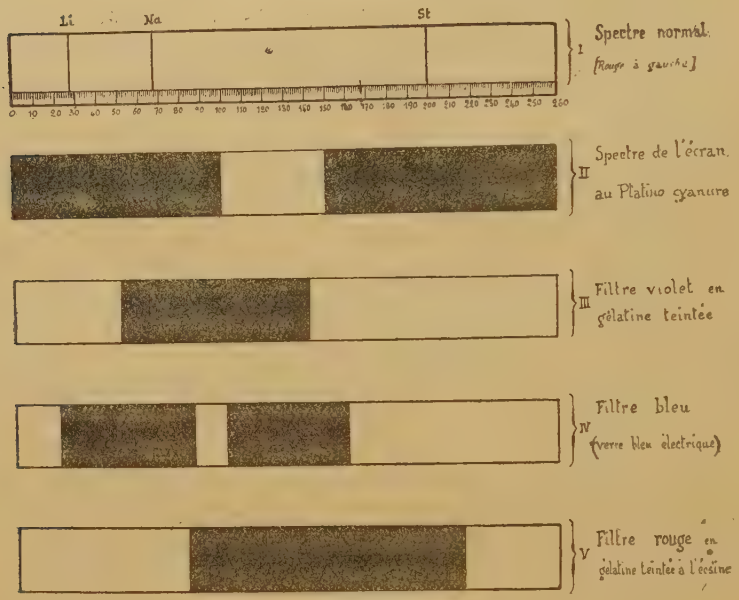


Fig. 25

Ces différents spectres sont orientés : le Rouge à gauche le Violet à droite.

en II. — La bande lumineuse est située dans le vert.

en III. — Absorption du jaune et du vert.

en IV. — Il passe : l'extrême rouge, une bande verte, le bleu et le violet.

en V. — Absorption du vert, du bleu et de l'indigo.

manquait ainsi, des filtres efficaces pour obtenir la couleur voulue à l'état pur. D'ailleurs la difficulté de se procurer de tels écrans colorés monochromatiques est grande, sans compter qu'il faudrait également procéder à des comparaisons photométriques de

couleurs différentes, avec un photomètre à scintillation, par exemple, pour éliminer la grandeur : quantité de lumière, et n'avoir à s'occuper que de la caractéristique hauteur vibratoire de la radiation étudiée.

Mais, en ce qui concerne la pratique, nous avons constaté l'effet suivant : l'adaptation paraît faible et très lente dans le rouge, l'intérêt de cette couleur est qu'elle conserve bien une adaptation acquise au préalable (De Keating-Hart).

Pour le violet ou le bleu, l'adaptation est excellente, s'acquiert presque aussi rapidement qu'à l'obscurité et le gain réalisé persiste naturellement ; dans ce dernier cas, le résultat constaté est-il dû seulement à la couleur employée, ou simplement à la réduction lumineuse globale, ou aux deux à la fois ? Ne pouvant nous prononcer, nous en resterons sur cette conclusion empirique, mais pratique : la lumière violette semble être plus avantageuse que la lumière rouge.

INDICATIONS

D'après cette étude relative à quelques-uns des instruments employés pour le guidage, on voit qu'il est possible, pour le chirurgien et le radiologiste, de faire un choix aussi bien dans les méthodes que dans les instruments ; mais, avant de se prononcer, une question se pose : est-il nécessaire d'user de guidage ? En toute rigueur, la réponse est affirmative pour tous les cas quels qu'ils soient si l'on veut mettre de son côté le maximum des chances de succès, mais c'est là un point de vue par trop théorique dont l'adoption aveugle, par principe, aboutirait souvent à des pertes de temps et à des inutilités pratiques.

A côté des indications, y a-t-il donc des contre-indications du guidage ? D'une façon formelle, prohibitive, non, car il n'y a aucun danger ou inconvénient tenant au guidage, proprement dit. Abstention veut donc, seulement, dire inutilité et, dans ce genre, les cas rentrent nombreux : ils sont constitués par des projectiles superficiels, gros ou assez gros, mobilisables par exemple par palpation tégumentaire et dont la taille ne descend pas, en moyenne, au-dessous de la grosseur d'un grain de maïs ou d'une len-

tille ; plus volumineux, mais plus profonds déjà, leur extraction se fera également sans instruments spéciaux s'ils sont bien définis par un repérage exact, géométrique, doublé d'indications claires de situation anatomique. Tous ces cas constituent la majorité où la complication opératoire n'est pas de mise et ne donnerait pas une sécurité tellement plus considérable qu'elle serait par là même justifiée.

Mais, pour les cas plus difficiles, l'intérêt du guidage reprend ses droits et, dans les circonstances extrêmes, devient même indispensable : il s'agit de projectile petits(grain de blé) profondément situés ou placés dans une région où il est nécessaire de ne pas tâtonner, cou par exemple, ou bien encore c'est affaire d'inclusion intra-osseuse du métal et la trépanation préalable doit être faite juste à l'endroit voulu ; à quel guidage s'adressera-t-on alors ? L'un d'eux sera-t-il à préférer uniquement aux autres ? Nous ne le croyons pas,car chaque méthode possède certains avantages, mais a des inconvénients ou une impuissance partielle qui lui retire la palme de la perfection.

Une des supériorités du guidage mécanique est qu'il peut s'adressser aux projectiles les plus divers quant à leur nature métallique ; leur extrême petitesse seule ou leur mobilité en restreindront l'emploi qui deviendrait un peu aléatoire ; la proximité de plusieurs éclats devient enfin gênante ici du fait des nombreux points de repère cutanés qui voisinent et où il devient difficile de s'y reconnaître ; mais ces

restrictions ou ces gênes ne diminuent qu'assez peu les possibilités d'application d'un compas,si bien que la sûreté et la généralité du guidage mécanique lui donnent une avantage certain.

Les méthodes électriques (sonnerie ou sonde de Hedley), séduisantes, laissent, malgré leurs récents perfectionnements, trop d'aléas pour les voir utiliser systématiquement et seules ; elles seront plutôt d'excellents et précieux adjuvants combinés avec une autre méthode où l'entre-aide sera mutuelle (avec le contrôle sous écran en particulier) ; elles peuvent être, en outre, utiles comme moyen de contrôle indiquant la nature d'un corps étranger trouvé dans la profondeur et dont on ne continuerait l'extraction opératoire qu'une fois cette nature bien déterminée.

L'écoute à distance par téléphone serait presque la perfection, son champ assez limité mis à part, mais elle comporte un vice irrémédiable ou presque : c'est d'être indifférente vis-à-vis des métaux paramagnétiques ; ces métaux sont heureusement assez rares dans la moyenne des projectiles,ce qui rachète beaucoup l'imperfection des instruments.

Nous en dirons autant de la méthode électromagnétique vibratoire, elle est liée au ferromagnétisme du projectile,c'est à peu près son seul inconvénient, racheté en grande partie par sa rapidité très grande d'investigation.

Reste enfin la méthode d'extraction par guidage radioscopique ; s'adressant à n'importe quel métal, tout comme le guidage mécanique, elle va plus loin

en souplesse, permettant de mieux choisir la voie d'abord optima, très indirecte, s'il le faut, poussant moins à « percer un tunnel ». Mais surtout sa puissance va très loin contre les minuscules fragments de métal qui risquent d'échapper ou échappent même aux autres méthodes et, cela, quelle que soit la profondeur; après une pratique radiologique de guerre assez longue, c'est encore à elle que nous donnerions la préférence, mais, en n'oubliant pas ses dangers possibles pour les opérateurs, nous associant à l'avis suivant qui met bien en relief la supériorité du contrôle par l'écran: « avec cette technique, sauf indication opératoire mal posée obligeant à arrêter la recherche devant un obstacle physiologiquement insurmontable, anomalie anatomique ou accident impossible à prévoir, telle qu'alerte anesthésique grave, on ne conçoit pas la possibilité de manquer le but, puisque l'opérateur pourra redemander la bonne voie aussi souvent qu'il l'aura perdue. Guidé pas à pas, quels que soient la situation, la nature et le volume du projectile qu'il a décidé d'attaquer, il est certain de l'extraire, et la confiance morale que donne cette certitude est loin d'être négligeable » (L. Ombredanne et R. Leroux-Lebard).

CONCLUSIONS

Indépendamment des dangers possibles pour le ou les opérateurs (radiodermite), des questions de préférence personnelles tenant aux goûts ou habitudes opératoires par exemples, la classification des modes de guidade pour l'extration des projectiles se fait par ordre d'avantages décroissants :

1° Le guidage par image visuelle ou contrôle par l'écran, à cause de son caractère complet : pouvant s'adresser à tous les cas et donnant le maximum de sûreté ;

2° Le guidage mécanique, moins souple, à peine moins précis que le précédent, prend la seconde place principalement à cause de sa limitation au gros et moyens projectiles ;

3° Le guidage par vibrations électromagnétiques provoquées, ou par le son produit par induction, vient en troisième lieu à cause de son impuissance sélective ;

4° Le guidage par méthode électrique est utile surtout en tant qu'accessoire combiné à un autre procédé.

Lu et approuvé :
Le président de la thèse
LEJARS

Vu pour le Doyen de la Faculté de Médecine
l'Assesseur
POUCHET

Vu et permis d'imprimer :
Le Recteur de l'Académie de Paris
LIARD

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

Auvray. — De la valeur du trépied de Hirtz pour la localisation des corps étrangers (Bull. et Mém. Soc. Chirurgie, 1er déc. 1915).

Béclère (A.). — Nouveaux instruments de guidage mécanique du chirurgien au cours de l'extraction des projectiles (Paris médical, n° 6, 5 fév. 1916).

Belot (J.) et *Fraudet* (H.). — Procédé de repérage des projectiles (Journal de Radiologie et Électrologie, t. I, n° 1, janv.-fév. 1916).

Barclay (H.-E.). — Sur une nouvelle méthode d'extraction des projectiles (Archives of Radiology and électrothérapy, n° 189, avril 1916).

Barnsby. — A propos de 138 extractions de projectiles pratiquées sous le contrôle du compas de Hirtz (Bull. et Mém. Soc. Chirurgie, 3 mai 1915).

Baume-Pluvinel (A. de la). — Sur l'emploi de la balance de Hughes pour la recherche des projectiles dans le corps des blessés (C. R. Ac. Sc., 27 sept. 1916).

Bergonié (J.). — Recherche et localisation des projectiles magnétiques par l'électro-aimant actionné au moyen de courant alternatif (C. R. Ac. Sc., 6 avril 1915).

— Nouvelle méthode de radioscopie chirurgicale en lumière rouge (C. R. Ac. Sc., 29 nov. 1915). (Archives d'Électricité médicale, décembre 1915).

— Préceptes à suivre pour l'installation et l'emploi chirurgical de l'électro-vibreur (Archives d'Électricité médicale, janvier 1915).

— Instruments d'acier doués de résistivité électrique (Bull. et Mém. soc. Chirurgie, 3 mai 1916, présentation de E. Quénu).

Bouchacourt. — Sur l'extraction radio-chirurgicale des projectiles à l'aide du Manudiascope et, accessoirement, des appareils téléphoniques (Paris médical, n° 6, 5 fév. 1915).

Boutaric. — Les Récents progrès des méthodes photométriques (Revue générale des Sciences pures et appliquées, n° 15-16, 15-30 août 1916).

Brin (Henri). — De l'extraction des projectiles sous le contrôle intermittent de la radioscopie (Archives d'Électricité médicale, avril 1916.) (Bull. et Mém. Soc. Chirurgie, 26 janvier 1916).

Brindeau (A.). — 368 extractions de projectiles pratiquées sous le contrôle direct des rayons X (Bull. et Mém. Soc. Chirurgie, 22 mars 1916).

Desplas (Bernard) et *Chevallier* (Daniel). — Techniques, observations et résultats de l'emploi du compas de Hirtz dans la localisation et l'extraction des corps étrangers (Presse médicale, n° 57, 22 nov. 1915).

— Statistique d'extraction des corps étrangers au compas de Hirtz (Bull. et Mém. Soc. Chirurgie, 12 août 1916, rapport de J.-L. Faure).

Grandgérard. — Méthode radioscopique de localisation des projectiles par lecture directe et appareil de recherche chirurgicale (Paris médical, n° 6, 5 fév. 1916).

Guilloz (Th.). — Aiguille électrique et pince électrique pour la recherche et l'extraction des balles et éclats métalliques (Soc. de méd. de Nancy, avril 1915).

— Aiguille électrique pour la recherche des projectiles dans le corps humain (C. R. Ac. Sc., 14 juin 1915).

Hirtz. — Note sur l'emploi du compas localisateur (Presse médicale, 9 déc. 1915).

— Localisation et extraction des projectiles intracérébraux (Presse médicale, n° 39, 13 juillet 1916).

Ives. — Phyl. mag., 6e série, t. XIV (1912), p. 149, 352, 744, 845, 853.

Keating-Hart (de). — Appareils et dispositifs nouveaux en radiologie (Paris médical, n° 6, 5 fév. 1915).

Langley. — Americ. Journ. of Science, 3e série, t. XXXVI, p. 359.

Macé de Lepinay et Nicati. — Annales de chimie et physiologie, 5e série, t. XXIV, p. 289; t. XXX, p. 145.

Marion. — La Localisation des corps étrangers avec le repéreur Marion-Danion. Paris, 1915.

Massiot. — Quelques notes pratiques sur l'emploi du lit d'opérations radiologiques Massiot (Archives d'électricité médicale, mai 1916).

Massiot et Biquard. — Manuel pratique du manipulateur radiologiste. Paris, 1915.

Mauclaire. — Appareils électriques et téléphoniques pour la localisation et l'extraction des corps étrangers métalliques (Paris médical, nos 40-41, 6 fév. 1915).

— Rapport sur l'extraction radio-chirurgicale des projectiles à l'aide du manudiascope, par M. Bouchacourt.

— Deux cent cinquante-neuf projectiles extraits directement sous l'écran, par Petit de la Villéon.

— A propos de 368 extractions de projectiles pratiquées sous le contrôle direct des rayons X, par M. A. Brindeau (Soc. chirur., 1er mars 1916).

Ménard (Maxime). — Localisation des projectiles et examen des blessés par les rayons X. Note présentée par M. d'Arsonval (C. R. Ac. Sc., 1er fév. 1916, n° 5).

Monod (E.). — De l'Extraction des projectiles en lumière rouge sous le contrôle intermittent de la radioscopie (Archives d'électricité médicale, mars 1916. — Bull. et Mém. soc. Chirurgie, 1er mars 1916).

Ombredanne (L.). — Extraction des projectiles à l'aide du contrôle intermittent de l'écran (Bull. et Mém. Soc. Chirurgie, 16 fév. 1916).

Ombredanne (L.) et Ledoux-Lebard (R.). — L'Extraction des projectiles à l'aide du contrôle intermittent de l'écran (Journal de radiologie et d'élect., t. II, n° 2, mars-avril 1916).

Perreau (F.-F.). — Sur un électro-vibreur alimenté par des courants interrompus (Ac. des Sc., 2 août 1915).

Petit. — Extraction rapide des projectiles de guerre par le chirurgien seul, à l'aide de la lumière rouge et des repérages successifs sur l'écran radioscopique (Bull. et Mém. Soc. Chirur., 8 déc. 1915. Rapport de Mauclaire).

Petit (G.) et Bouthillon (L.). — La Télégraphie sans fil. Paris, 1910.

Petit de la Villéon. — Deux cent cinquante-neuf projectiles extraits directement sous l'écran (Bull. et Mém. Soc. de Chirurg., 1er mars 1916. Rapport de P. Mauclaire).

Phocas. — Extraction de balle profonde dans le poumon à l'aide du vibreur de Bergonié (Bull. et Mém. Soc. Chirurgie, 16 fév. 1916).

Picquet et Égal. — Electrovibreur (Bull. Acad. Médecine. Paris, t. LXXXV, n° 22, 30 mai 1916).

Rechou. — De l'Extraction sous écran des projectiles de guerre (Bull. et Mém. Soc. Chir., 12 janv. 1916. Rapport de Quénu).

Rocher (H.-Louis). — Extraction magnétique des projectiles intracérébraux (Journal de rad. et élect., t. II, n° 3, mai-juin 1916).

Rouvillois. — Extraction sous écran des projectiles intracraniens (Bull. et Mém. Soc. Chirurg., 26 janv. 1916).

— Note relative à l'extraction sous écran des projectiles intracraniens (Archives d'élec. médicale, mars 1916).

Tuffier. — Appareil de la Baume pour la recherche des projectiles (Bull. et Mém. Soc. Chirur., sept. 1915 et 26 janv. 1916).

Weil (Albert). — La Localisation et l'extraction des projec-

tiles de guerre par les appareils électriques (Paris médical, nos 7-8, 26 juin 1916).

— Localisation et extraction des projectiles (Paris médical, n° 6, 5 fév. 1916).

— Sur la localisation des projectiles en chirurgie de guerre (Paris médical, n° 6, 5 fév. 1916).

— La localisation des projectiles en chirurgie de guerre (Paris médical, nos 40-41, 6 fév. 1915).

Zimmern. — Localisation « anatomique » des projectiles (Paris médical, nos 40-41, 6 fév. 1915).

Imp. de la Faculté de Médecine, 15, rue Racine, Paris. — 3261-17